

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE FRUTILLA  
(*Fragaria ssp.*) CON DIFERENTES FRECUENCIAS DE APLICACIÓN DE  
HUMUS DE LOMBRIZ BAJO INVERNADERO EN EL MUNICIPIO DE EL ALTO**

**SONIA KATTY MAMANI HUALLPA**

**La Paz-Bolivia**

**2013**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE FRUTILLA  
(*Fragaria ssp.*) CON DIFERENTES FRECUENCIAS DE APLICACIÓN DE  
HUMUS DE LOMBRIZ BAJO INVERNADERO EN EL MUNICIPIO DE EL ALTO**

*Tesis de Grado Presentado como requisito  
parcial para optar el Título de  
Licenciado en Ingeniería Agronómica*

Presentado por:

**SONIA KATTY MAMANI HUALLPA**

**ASESORES :**

Ing. Wilfredo Blanco Villacorta \_\_\_\_\_

Ing. Fernando Manzaneda Delgado \_\_\_\_\_

**REVISORES :**

Ing. René Calatayud Valdez \_\_\_\_\_

Ing. Roberto Miranda Casas \_\_\_\_\_

Ing. MSc. Eduardo Chillón Camacho \_\_\_\_\_

**APROBADA**

**PRESIDENTE TRIBUNAL REVISOR** \_\_\_\_\_

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo de investigación, se la dedico con mucho cariño a mi familia, quienes han sido un pilar fundamental en mi formación integral y profesional que de una u otra forma me ayudaron a terminar satisfactoriamente mis estudios.*

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar quiero agradecer a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado y por darme la fuerza necesaria para llegar a alcanzar mis metas.

A mis queridos padres, que siempre me han apoyado en el transcurso de mi vida y mis estudios, por su apoyo constante hasta la finalización de este trabajo.

A mis asesores: Ing. Wilfredo Blanco, Ing. Fernando Manzaneda, por su valiosa asesoría y por darme la oportunidad de llevar a cabo esta investigación la cual nos permitió concluir satisfactoriamente uno de nuestros más grandes anhelos, además por el apoyo y el tiempo empleado en todos los momentos del desarrollo de la investigación.

Mi sincero agradecimiento a Oscar Gonzales voluntario procedente de España por darse un tiempo en brindarme su ayuda en la comercialización del producto en el inicio de este trabajo de investigación.

Quiero agradecer especialmente a Institución FOCAPACI (Centro de Formación y Capacitación para la Participación Ciudadana) por el financiamiento en la ejecución de este trabajo investigativo, ya que es una institución enfocada al concepto de Agricultura Urbana, y por toda la ayuda que me brindaron tanto en los materiales como en la asesoría y por su valioso tiempo dedicado a este trabajo de tesis.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación.

## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1    Objetivos.....	3
1.1.1    Objetivo General .....	3
1.1.2    Objetivos Específicos.....	3
1.1.3    Hipótesis .....	3
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
2.1    Cultivo de Frutilla .....	4
2.1.1    Clasificación Taxonómica.....	4
2.1.2    Características Botánicas.....	4
2.1.3    Exigencias climáticas .....	6
2.1.4    Exigencias del suelo .....	7
2.1.5    Variedades .....	7
2.1.5.1    Oso Grande .....	8
2.1.5.2    Chandler .....	9
2.1.6    Requerimientos Nutritivos .....	9
2.1.6.1    Nitrógeno .....	10
2.1.6.2    Fosforo.....	10
2.1.6.3    Potasio.....	10
2.1.7    Enfermedades y Plagas .....	11
2.1.7.1    Pulgones .....	11
2.1.7.2    Verticillium.....	11
2.1.7.3    Botrytis .....	12
2.1.7.4    Mancha circular de la hoja .....	12
2.1.7.5    Podredumbre gris del fruto.....	12
2.1.7.6    Pájaros.....	13
2.1.8    Manejo del Cultivo.....	13
2.1.8.1    Preparación del Terreno .....	13
2.1.8.2    Propagación.....	14
2.1.8.3    Plantación .....	15
2.1.8.4    Cobertura.....	15

2.1.8.5	Riego.....	15
2.1.8.6	Desmalezado.....	16
2.1.8.7	Supresión de flores y estolones.....	16
2.1.8.8	Abonado Orgánico.....	17
2.1.8.9	Cosecha.....	18
2.1.8.10	Rendimiento.....	18
2.2	Humus de Lombriz.....	19
2.2.1	Características del humus.....	19
2.2.2	Valor de los nutrientes del Humus de Lombriz.....	21
2.2.2.1	Ácidos Fúlvicos.....	22
2.2.2.2	Ácidos Húmicos.....	23
2.2.2.3	Huminas.....	23
2.2.3	Aplicación de humus.....	24
2.3	Costos de Producción.....	24
2.3.1	Costos Fijos.....	25
2.3.2	Costos Variables.....	25
2.3.3	Costos Totales.....	26
2.3.4	Beneficio Bruto.....	26
2.3.5	Beneficio Neto.....	27
2.3.6	Beneficio-Costo.....	27
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>28</b>
3.1	Localización.....	28
3.2	Materiales.....	28
3.2.1	Material de Campo.....	28
3.2.2	Riego y Sustrato.....	28
3.2.3	Material Vegetal.....	29
3.2.4	Material de Gabinete.....	29
3.3	Metodología.....	29
3.3.1	Metodología Experimental.....	29
3.3.1.1	Toma de muestra de suelo.....	29
3.3.1.2	Preparación del suelo.....	29

3.3.1.3	Selección de Plantines.....	30
3.3.1.4	Instalación del Sistema de Riego.....	31
3.3.1.5	Cobertura.....	31
3.3.1.6	Plantación.....	32
3.3.1.7	Delimitación de las unidades experimentales.....	32
3.3.1.8	Aplicación del humus de lombriz.....	33
3.3.1.9	Realización de podas.....	33
3.3.1.10	Deshierba.....	33
3.3.1.11	Riego.....	34
3.3.1.12	Controles fitosanitarios.....	34
3.3.1.13	Cosecha.....	34
3.3.2	Diseño Experimental.....	35
3.3.2.1	Modelo Lineal.....	35
3.3.2.2	Factores de Estudio.....	36
3.3.2.3	Croquis del Experimento.....	37
3.3.3	Evaluación del comportamiento Agronómico para ambos factores.....	38
3.3.4	Evaluación de económica.....	38
3.3.5	Variables de respuesta agronómicas.....	39
3.3.5.1	Numero de frutos/planta.....	39
3.3.5.2	Longitud del fruto.....	39
3.3.5.3	Diámetro del fruto.....	39
3.3.5.4	Peso del fruto/planta.....	39
3.3.5.5	Numero de flores/planta.....	40
3.3.5.6	Numero de hojas/planta.....	40
3.3.5.7	Variables de Rendimiento kg/ha.....	40
3.3.5.8	Dinámica de producción.....	40
3.3.7	Variables económicas.....	41
3.3.7.1	Análisis de costos parciales por tratamiento.....	41
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>43</b>
4.1	Variables agronómicas.....	43
4.1.1	Número de frutos/planta.....	43

4.1.2	Longitud del fruto .....	47
4.1.3	Diámetro del fruto.....	48
4.1.4	Peso del fruto/planta .....	53
4.1.5	Numero de flores por planta.....	57
4.1.6	Numero de hojas /planta .....	61
4.1.7	Rendimiento del fruto Kg/Ha .....	65
4.1.8	Evaluación del Rendimiento.....	71
4.2	Análisis económico .....	72
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>75</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>77</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>78</b>
	<b>ANEXOS</b>	



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> Exigencias climáticas del cultivo de frutilla.....	6
<b>TABLA 2.</b> Temperaturas críticas para el cultivo de frutilla.....	6
<b>TABLA 3.</b> Cantidades relativas (%) de nutrientes en distintos estiércoles.....	22

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO 1.</b> Clasificación Taxonómica de la frutilla.....	4
<b>CUADRO 2.</b> Análisis de Varianza del Número de frutos/planta.....	43
<b>CUADRO 3.</b> Comparaciones de medias para el factor frecuencia de aplicación de humus en la variable Número de frutos/planta.....	44
<b>CUADRO 4.</b> Prueba de Duncan al 5% para el factor variedad en la variable Número de frutos/planta.....	45
<b>CUADRO 5.</b> Análisis de efectos simples para la variable Número de frutos/planta.....	46
<b>CUADRO 6.</b> Análisis de Varianza para la longitud del fruto.....	47
<b>CUADRO 7.</b> Análisis de Varianza para el diámetro del fruto.....	49
<b>CUADRO 8.</b> Comparaciones de medias para el factor frecuencia de aplicación de humus en la variable diámetro del fruto.....	50
<b>CUADRO 9.</b> Comparaciones de medias para el factor variedad en la variable diámetro del fruto.....	50
<b>CUADRO 10.</b> Análisis de efectos simples para la variable diámetro del fruto....	51
<b>CUADRO 11.</b> Análisis de Varianza para el Peso del fruto/planta.....	53
<b>CUADRO 12.</b> Comparaciones de medias para el factor frecuencia de aplicación de humus en la variable, peso del fruto/planta.....	53
<b>CUADRO 13.</b> Comparaciones de medias para el factor variedad en la variable Peso del fruto/planta.....	55
<b>CUADRO 14.</b> Análisis de efectos simples para la variable Peso del fruto/planta.....	54
<b>CUADRO 13.</b> Comparaciones de medias para el factor variedad en la variable Peso del fruto/planta.....	54
<b>CUADRO 14.</b> Análisis de efectos simples para la variable Peso del fruto/planta.....	55
<b>CUADRO 15.</b> Análisis de Varianza para el número de flores por planta.....	57
<b>CUADRO 16.</b> Comparaciones de medias para el factor frecuencia de aplicación de humus en la variable número de flores por planta..	58
<b>CUADRO 17.</b> Comparaciones de medias para el factor variedad en la variable número de flores por planta	58
<b>CUADRO 18.</b> Análisis de efectos simples para la variable número de flores por planta.....	58
<b>CUADRO 19.</b> Análisis de Varianza del Número de hojas/planta.....	61
<b>CUADRO 20.</b> Comparaciones de medias para el factor frecuencia de	61

aplicación de humus en la variable Número de hojas planta.....	
<b>CUADRO 21.</b> Comparaciones de medias para el factor variedad en la variable Número de hojas/planta.....	62
<b>CUADRO 22.</b> Análisis de efectos simples para la variable Número de hojas/planta.....	63
<b>CUADRO 23.</b> Análisis de Varianza del Rendimiento del fruto en Kg/Ha.....	65
<b>CUADRO 24.</b> Comparaciones de medias para el factor frecuencia de aplicación de humus en la variable Rendimiento en Kg/Ha.....	66
<b>CUADRO 25.</b> Comparaciones de medias para el factor variedad en la variable Rendimiento en Kg/Ha.....	66
<b>CUADRO 26.</b> Análisis de efectos simples para la variable Rendimiento en Kg/Ha.....	67
<b>CUADRO 27.</b> Rendimiento de la frutilla (kg/ha).....	72
<b>CUADRO 28.</b> Beneficios Brutos.....	72
<b>CUADRO 29.</b> Beneficios Netos y Relación B/C.....	73

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>GRAFICA 1.</b>	Comportamiento de las variedades de frutilla según sea la frecuencia de aplicación de humus referente al número de frutos/planta.....	46
<b>GRAFICA 2.</b>	Comportamiento de las variedades de frutilla según sea la frecuencia de aplicación de humus referente al diámetro del fruto.....	52
<b>GRAFICA 3.</b>	Comportamiento de las variedades de frutilla según sea la frecuencia de aplicación de humus referido al peso del fruto/planta.....	56
<b>GRAFICA 4.</b>	Comportamiento de las variedades de frutilla según sea la frecuencia de aplicación de humus referido al número de flores/planta.....	60
<b>GRAFICA 5.</b>	Numero de hojas por planta con respecto a la frecuencia de aplicación de frutilla.....	64
<b>GRAFICA 6.</b>	Comportamiento de las variedades de frutilla según sea la frecuencia de aplicación de humus referente al rendimiento Kg/ha.....	68
<b>GRAFICA 7.</b>	Comportamiento de las frecuencias de aplicación de humus según sea la variedad de frutilla referente al rendimiento en Kg/ha.....	70
<b>GRAFICO 8.</b>	Beneficios Netos (Bs/ha).....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> Organografía de la planta de frutilla.....	5
<b>FIGURA 2.</b> Distintos tipos de fresas.....	8
<b>FIGURA 3.</b> Podredumbre gris del fruto.....	12
<b>FIGURA 4.</b> Preparación de los camellones.....	14
<b>FIGURA 5.</b> Supresión de estolones y flores.....	17

## **ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS**

<b>FOTOGRAFÍA 1.</b> Preparación del terreno.....	30
<b>FOTOGRAFÍA 2.</b> Selección de Plantines.....	30
<b>FOTOGRAFÍA 3.</b> Sistema de Riego por goteo.....	31
<b>FOTOGRAFÍA 4.</b> Colocado de Cobertura.....	31
<b>FOTOGRAFÍA 5.</b> Plantación de plantines de frutilla.....	32
<b>FOTOGRAFÍA 6.</b> Delimitación de las unidades experimentales.....	32
<b>FOTOGRAFÍA 7.</b> Aplicación de humus de lombriz.....	33
<b>FOTOGRAFÍA 8.</b> Cosecha de frutilla.....	34

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO 1.** Localización del área experimental.
- ANEXO 2.** Toma de muestra del fruto en la cosecha.
- ANEXO 3.** Elaboración del sustrato
- ANEXO 4.** Medición de la Longitud del Fruto.
- ANEXO 5.** Medición del Diámetro del Fruto.
- ANEXO 6.** Producción de Humus de Lombriz.
- ANEXO 7.** Comparación de del fruto de la variedad Chandler para cada frecuencia de aplicación de humus de lombriz.
- ANEXO 8.** Comparación de del fruto de la variedad Oso Grande para cada frecuencia de aplicación de humus de lombriz.
- ANEXO 9.** Comparación del fruto de cada variedad.
- ANEXO 10.** Costos Variables: Mano de Obra en la Producción de Frutilla.
- ANEXO 11.** Costos Fijos: Producción de Frutilla.
- ANEXO 12.** Evaluación del rendimiento de frutilla bajo diferentes frecuencias de aplicación de humus con respecto al testigo para la variedad Oso Grande.
- ANEXO 13.** Evaluación del rendimiento de frutilla con diferentes frecuencias de aplicación de humus con respecto al testigo para variedad Chandler.
- ANEXO 14.** Análisis Químico del Humus de Lombriz.
- ANEXO 15.** Temperaturas máximas y mínimas

## RESUMEN

El presente trabajo experimental se efectuó en inmediaciones de la institución FOCAPACI, ubicado en la Ciudad de El Alto, con el objetivo fue determinar el efecto de diferentes frecuencias de aplicación de humus de lombriz (Cada 7 días, Cada 15 días y Cada 30 días, más un testigo al cual no se aplicó humus) en la producción de dos variedades de frutilla (Oso Grande y Chandel). El ensayo se enmarcó en un diseño experimental de bloques al azar en un arreglo de parcelas divididas, con un total de ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:  $T_1$  = Sin aplicación de humus a la variedad Oso Grande,  $T_2$  = Sin aplicación de humus a la variedad Chandel,  $T_3$  = Aplicación de humus cada 7 días a la variedad Oso Grande,  $T_4$  = Aplicación de humus cada 7 días a la variedad Chandel,  $T_5$  = Aplicación de humus cada 15 días a la variedad Oso Grande,  $T_6$  = Aplicación de humus cada 15 días a la variedad Chandel,  $T_7$  = Aplicación de humus cada 30 días en la variedad Oso Grande,  $T_8$  = Aplicación de humus cada 30 días a la variedad Chandel. Los tratamientos que mejor se comportaron en cuanto al rendimiento en kg/ha fueron aplicando humus de lombriz cada siete días con promedios de 27298.6 Kg/ha para la variedad Osos Grande y de 31218.75 kg/ha para la variedad Chandler respectivamente el cual resulto 47.5% más alta que la obtenida sin aplicación de humus (tratamiento testigo).

El análisis económico mostro que la variedad Chandler con una fertilización fraccionada cada siete días fue el que mostro rentabilidad con un beneficio neto de 103749.59 Bs.



## **1. INTRODUCCIÓN**

La frutilla es una de las frutas que menos se consume en nuestro país, sobre todo en la parte occidental, como lo es la Ciudad de el Alto, región en donde las condiciones climáticas son bajas y se requiere crear un microclima favorable para cultivos como estos. Este trabajo podría ser una razón que podría ocupar un sitio de importancia económica, como ser base de subsistencia de muchas familias, sobre todo los más pobres.

La agricultura en ambientes controlados involucra todos los aspectos relacionados con la modificación de los ambientes naturales, con la finalidad de obtener un óptimo comportamiento en la producción, y tener un beneficio económico lo más alto posible lográndose tiempos más cortos de lo que en forma natural no sucedería.

En la ciudad de El Alto, sobre todo en zonas marginadas, la agropecuaria es una actividad de subsistencia para las familias, a esta actividad se la denomina como “Agricultura Urbana”, que se define como “La Agricultura urbana y periurbana, (UPA) ocurre dentro y en la periferia de las ciudades en todo el mundo, e incluye productos agrícolas y pecuarios, pesca y selvicultura desde el área urbana y del área periurbana. A menudo existen múltiples sistemas agrícolas y de jardinería en o cerca de la ciudad. También, indica que se refiere a prácticas agrícolas dentro y alrededor de las ciudades, las cuales compiten por recursos (tierra, agua, energía y mano de obra) que podrían destinarse también a otros fines para satisfacer las necesidades de la población urbana” (FAO, 1999).

Según el documento “Microjardines – populares en El Alto – Bolivia, (2006) indica que se construyeron alrededor de 1187 carpas familiares en todo el municipio de El Alto y estudios realizados por Blanco, (2011) cada familia presenta una media de ingreso de Bs. 615, por mes. Generalmente la producción se realiza bajo un manejo agroecológico, el cual es una alternativa positiva para familias con bajos recursos económicos, ya que se puede lograr una producción sostenible.

Uno de los abonos que más se produce en esta área es el humus de lombriz, el productor utiliza desechos de cocina, estiércol proveniente de animales menores, etc. los cuales sirve de alimento para la Lombriz Californiana el cual mediante la digestión produce el humus que es un abono fácilmente asimilable por la planta.

La importancia de este proceso investigativo podría proporcionar a los productores la información básica para la toma de una decisión apropiada de producción, viendo que variedad se adapta más a la zona, así como también el requerimiento de abonamiento adecuado. Se incursiona también en la investigación de este cultivo por la posibilidad para buscar alternativas rentables para los productores y que tengan una perspectiva amplia en cuanto a la producción de frutilla, al conocer las ventajas y desventajas de la producción, así como los costos de producción, instalación y el beneficio económico que les permita a los productores generar mayores ingresos para sus familias.

De acuerdo a lo expuesto con este estudio se pretende incrementar los rendimientos estudiando factores como ser la frecuencia de aplicación y variedades.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo General**

Evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de frutilla (*fragaria ssp.*) con diferentes frecuencias de aplicación de humus de lombriz bajo invernadero en el municipio de El Alto.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Comparar el comportamiento agronómico de la variedad Oso Grande y la variedad Chandler bajo condiciones de invernadero.
- Estudiar el efecto de la frecuencia de aplicación de humus sobre el comportamiento agronómico de la frutilla.
- Analizar la interacción entre la frecuencia de aplicación de humus de lombriz sobre las variedades de frutilla en estudio.
- Analizar los costos de producción para cada tratamiento.

### **1.1.3 Hipótesis**

Ho: No existe diferencias significativas en el comportamiento agronómico de dos variedades de frutilla.

Ho: No existe efecto en la frecuencia de aplicación de humus en el comportamiento agronómico de frutilla.

Ho: No existe efecto de interacción entre la frecuencia de aplicación de humus y la variedad de frutilla.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Cultivo de Frutilla**

#### **2.1.1 Clasificación Taxonómica**

**CUADRO 1.** Clasificación Taxonómica de la frutilla.

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Orden:</b>	Rosales
<b>Familia:</b>	Rosaceae
<b>Género:</b>	Fragaria

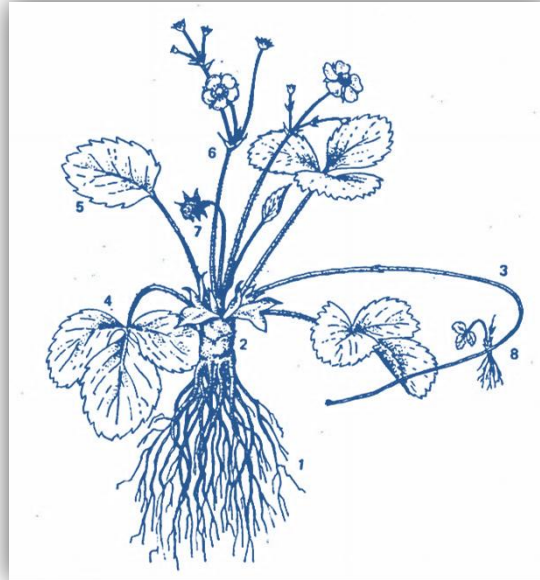
**Fuente:** Infoagro, ( 2012)

#### **2.1.2 Características Botánicas**

Según Pérez (1993), la frutilla pertenece a la familia de las rosáceas, es una planta herbácea vivaz y de pequeño porte. Las raíces son fasciculadas y no muy profundas. Su tallo es corto, no se ramifica y se endurece ligeramente al envejecer. Las hojas son ovales trifoliadas, con bordes sinuosos y festoneados, provistas de grandes peciolo.

IBTA (1994), menciona que el tallo nace de los entrenudos comprimidos denominada "corona ". De dicha corona nacen diversos tipos de tallos o ramas, algunos de tipo floral o inflorescencias, otro de tipo vegetativo que en caso de ser alargados y rastroso, se llaman estolones y caso de ser comprimidos se llaman hijuelos o coronas secundarias.

Las hojas nacen de un tallo denominado corona. El follaje es, por lo general de color verde oscuro, brillante o grisáceo. Cada hija está formada por tres folíolos de forma ovalo redondo y de márgenes acerrados; las hojas trifoliadas adoptan una posición alterno y poseen peciolo variables en su tamaño (IBTA, 1994).



**FIGURA 1.** Organografía de la planta de frutilla. 1) raíces; 2) corona; 3) estolón; 4) hoja trifoliada; 5) bráctea foliosa que acompaña a la inflorescencia; 6) inflorescencia; 6) inflorescencia cimosa; 7) fruta en formación 8) hijuelos en desarrollo en el segundo nudo del estolón (Folquer, 1986).

Para Pérez (1993), las flores, generalmente son de color blanco, se presentan en racimos terminales los cuales van insertos en pedúnculos ramificados. Son hermafroditas y poseen más de 20 estambres dispuestos en corona alrededor del botón floral y con un número indefinido de pistilos situados en el centro de la flor.

Pérez (1993), también menciona que el fruto es un aquenio diminuto, seco y en forma de pera que aparece en gran número, insertos en unas cavidades de la superficie del receptáculo o botón floral, que es lo que comúnmente se conoce como fruto. Este receptáculo, falso fruto o fruto comercial, es carnoso, de color verde al principio, se torna a continuación blanco y por último, en su maduración alcanza un color rojizo más o menos intenso.

Los estolones crecen sobre la superficie del suelo y al contacto con este emiten raíces por los nudos, lo que da lugar a nuevas plantas con hojas, flores y frutos (Pérez, 1993).

### 2.1.3 Exigencias climáticas

Según Lorente (2007), el cultivo de la frutilla se adapta bien a climatologías frescas. Es resistente a heladas, a excepción de las flores.

**TABLA 1.** Exigencias climáticas del cultivo de frutilla.

Exigencias climáticas		T °C
TEMPERATURAS CRITICAS	Punto de congelación	-3 a 5
	Crecimiento cero	2 a 5
ARRAIGO	Temperatura óptima día	15-18
	Temperatura óptima noche	8-10
	Temperatura mínima	10
	Temperatura óptima	18
MADURACIÓN	Temperatura máxima	35
	Temperatura óptima día	18 a 25
	Temperatura óptima noche	10 a 13
HUMEDAD		MEDIA
LUZ		MEDIA

**Fuente:** Lorente, 2007.

Es una especie de clima fresco aunque existen variedades para zonas cálidas. Las temperaturas óptimas diurnas están entre 15 y 18°C (incluso, hasta 25°C) y nocturnas entre 8 y 10°C (INTA, 2007).

**TABLA 2.** Temperaturas críticas para el cultivo de frutilla.

Temperatura (en °C)	Problemas en la planta
2-5	Detención del crecimiento
0	Muerte de las yemas florales
-1	Ocasionan problemas de floración
-3	Daños totales en flor
-12	Muerte de la corona y de la planta

**Fuente:** INTA, 2007.

#### **2.1.4 Exigencias del suelo**

Pérez (1993), menciona que en general, se puede decir que todos los terrenos sueltos y bien drenados son aptos para el cultivo de la frutilla. En suelos más pesados se debe asegurar que en todo momento que los excesos de agua sean eliminados. Aquellas tierras que se puedan trabajar bien, ricas en materia orgánica y con un pH entre 5 y 7, son las que responden mejor a las necesidades del cultivo de la frutilla. Se recomienda evitar suelos salinos ya que este cultivo es muy susceptible a la salinidad. También hay que prevenirse contra los suelos calizos, provocan fácilmente clorosis agudas de las plantas.

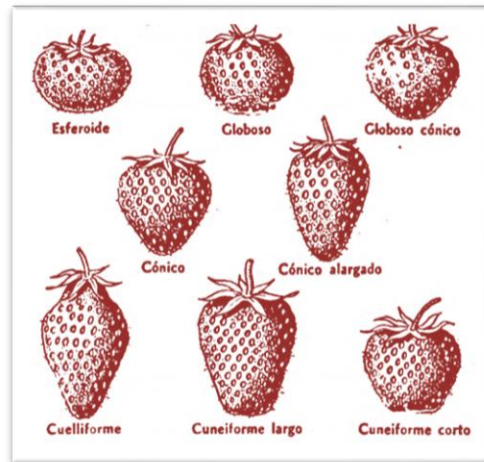
Stolk (1998), señala que las fresas para su buen desarrollo y fructificación, suelos sueltos que retengan la humedad sin encharcarse, ligeramente ácidos y con buen contenido de materia orgánica.

Las líneas generales se recomiendan los francos o franco-arenosos con buen drenaje, 3 a 4 % de materia orgánica y un pH entre 5.8-6.2 (Stolk, 1998).

#### **2.1.5 Variedades**

Las variedades de fresas se clasifican como “día corto” y “día neutro”. Las variedades de día corto inician la formación de yemas florales cuando los días comienzan a acortarse y las temperaturas bajan. Estas variedades de día corto florecen en la primavera y ahí comienzan a producir fruta. Las variedades de día neutro son insensibles a la longitud del día y producen fruta a lo largo de la temporada siempre y cuando la temperatura de la noche sea menor a 60° F (NCAT, 2007).

El desempeño de las variedades puede ser distinto bajo el sistema orgánico. Por lo tanto, a los productores orgánicos se les recomienda plantar más de una de las variedades recomendadas y realizar sus propios ensayos de variedades.



**FIGURA 2.** Distintos tipos de fresas.

**Fuente:** Stolk, 1998.

#### **2.1.5.1 Oso Grande**

Liberada por la Universidad de California, EEUU en 1987. Se destaca por su tamaño y forma de fruto, aún en condiciones adversas para el cuajado.

Tiene problemas de coloración y firmeza frente a la falta de luminosidad o excesos de temperatura en cultivo protegido (INEA, 2004).

Es sensible a enfermedades foliares como Viruela, Tizón, Gnomonia y Bacteriosis en cultivos a la intemperie, y es marcadamente preferida por los ácaros en cultivo bajo plástico.

Responde bien a trasplantes tempranos y al cultivo protegido, posee un buen equilibrio entre el desarrollo vegetativo y su entrada en producción. Es conveniente no excederse con la nutrición nitrogenada y evitar las altas temperaturas ocasionadas por un mal manejo de la ventilación (INEA, 2004).

El inconveniente, es que tiene tendencia al rajado. Es de color rojo anaranjado, con forma de cuña achatada, calibre grueso y buen sabor (INFOAGRO, 2012).



### **2.1.5.2 Chandler**

Variedad de la Universidad de California, de día corto, con mejores resultado en plantaciones de verano, aunque si se planta en otoño temprano, en lugares costeros de temperaturas tibias en invierno, se comporta muy bien.

Se adapta a una gran diversidad de condiciones suelo y clima con un alto potencial de producción. Planta de tamaño medio, hojas de color verde pálido.

El fruto es grande, rojo por dentro y no tan firme como Camarosa. En determinadas condiciones climáticas se presenta una maduración incompleta, quedando el ápice de la fruta de color verde o blanco. Presenta una leve tendencia a oscurecerse, con madurez excesiva.

Muy cotizada por la agroindustria por su cualidades organolépticas, con buen equilibrio azúcar – acidez

### **2.1.6 Requerimientos Nutritivos**

Según Juscafresa (1998), para que la planta pueda cubrir todas estas necesidades, que juegan un papel importante en la elaboración de la materia orgánica, traducida en hojas, raíces, tallos y frutos, son esenciales 16 elementos químicos.

Según Lorente (2007), las extracciones por hectárea se la frutilla se calculan en:

108-135 kg de N

52-70 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

190-218 kg de K<sub>2</sub>O

Juscafresa (1998), menciona también que las necesidades nutritivas del fresal son muy acusadas, por la gran cantidad de frutos producidos y el limitado desarrollo de la planta, y según la naturaleza y estructura del suelo y la continuidad de riegos, en ciertos casos aumentan aquellas necesidades, no bastando un abono corriente formulado únicamente a base de nitrógeno, fosforo y potasio, por exigir también

otros elementos para completar aquellas necesidades. El desempeño de las variedades puede ser distinto bajo el sistema orgánico (NCAT, 2007).

#### **2.1.6.1 Nitrógeno**

La aplicación de los abonos nitrogenados con exceso, y la carencia en el suelo materia orgánica, fósforo y potasio en las proporciones requeridas por la planta, esta podrá ofrecer de momento un inusitado desarrollo, pero a pesar de su inmejorable aspecto vegetativo carecerá de resistencia y vigor, lo que será motivo en el frenal para que reduzca la producción y con ello el tamaño y la calidad del fruto, causando la degeneración de la planta, y, a la llegada de los fuertes calores será causa de abatimiento, caída y resecamiento de las hojas y paralización de su estado vegetativo, que reaccionara muy difícilmente a la entrada de otoño, para detenerse por completo a la llegada de las bajas temperaturas de invierno (Juscafresa, 1998).

#### **2.1.6.2 Fósforo**

El fósforo se encuentra en notables cantidades en el suelo, y en las formas más complejas, como material de reserva y más o menos disponibles y asimilables para las plantas, según sea la reacción del suelo, contenido de materia orgánica, y actividades de las microbacterias (Juscafresa, 1998).

La acción del fósforo en el frenal tiene una gran influencia para precipitar la maduración del fruto, maduración que quedaría un tanto retardada con su ausencia (Juscafresa, 1998).

#### **2.1.6.3 Potasio**

La fijación del potasio en el suelo casi presenta el mismo problema que el fósforo, y por ser uno de los elementos base para la formación de la materia orgánica ese hace imprescindible en el cultivo del frenal, pues su carencia se traduce en enfermedades, falta de resistencia y desarrollo de la planta (Juscafresa, 1998).

La asimilación de potasio no está sujeta, como el fósforo y el nitrógeno, a la acción microbiana del suelo, y una gran parte de sus reacciones es muy relativa, pero contribuye a dar una importante resistencia a los tejidos vegetales haciendo que la planta sea más vigorosa resista mejor al ataque de insectos y parásitos y sea menos sensible a la sequía y bajas temperaturas (Juscáfresa, 1998).

### **2.1.7 Enfermedades y Plagas**

Pérez (1993), sugiere que el primer hecho importante para cultivar fresas con éxito es disponer de plantas totalmente sanas, pero, aun consiguiendo esto y cultivando las plantas correctamente, las plagas y enfermedades pueden diezmar fácilmente una cosecha, a menos que se tomen las precauciones debidas para impedirlo.

#### **2.1.7.1 Pulgones**

Son los que más ocasionan perjuicios es de color blanquecino, que pica las hojas y flores, originando deformaciones y atrofia, y actuando como agente transmisor de la virosis, por chupar primero savia de plantas virótica y pasar después a plantas sanas, a las que transmiten la infección (Pérez, 1993).

#### **2.1.7.2 Verticillium**

Hongo que ataca a las raíces de las plantas, las cuales, cuando están afectadas, aparecen marchitas durante las horas más cálidas del día y normalmente se recuperan al atardecer. Al progresar la enfermedad, las hojas exteriores se van secando, haciéndolo primero por los bordes y luego y luego entre los nervios. La única forma de combatirlo es con la desinfección del suelo antes de la plantación (Pérez, 1993).

### 2.1.7.3 Botrytis

Es una enfermedad que ataca frecuentemente a flores y frutos, produciendo una podredumbre cubierta por una pelusilla grisácea que termina por pudrirlo por completo (Pérez, 1993).

### 2.1.7.4 Mancha circular de la hoja

La produce un hongo (*Cercospora sp*) que ataca principalmente las hojas y les provoca unas pequeñas manchas circulares rojizas que al avanzar la enfermedad se hacen pálidas en el centro y quedan rodeadas por un halo rojo o purpura. En estado avanzado dañan también los peciolo, flores y frutas (Pérez, 1993).

### 2.1.7.5 Podredumbre gris del fruto

Según Juscafresa (1998), en periodos lluviosos, de persistentes rocíos o por exceso de humedad en los riegos, los frutos del fresal pueden verse invadido por un tejido filamentososo y mohoso que causa la rápida podredumbre del fruto.



**FIGURA 3.** Podredumbre gris del fruto.  
**Fuente:** NCAT, 2007

El moho gris es causado por el hongo *Botrytis cinerea* y es una de las pudriciones de fruta más comunes y graves. El hongo se desarrolla mejor en clima fresco y húmedo, y puede ser devastador si clima lluvioso coincide con la cosecha cuando la fruta está madura y muy susceptible. Si los cosechadores tocan fresas infectadas,

pueden infectar fresas sanas, causando que se pudran dentro de dos días después de la cosecha.

El control del moho gris incluye la remoción de escombros infectados desde el campo y el aseguramiento de un buen drenaje. La fruta infectada puede ser cosechada y depositada en los surcos, siempre y cuando un cultivador pueda pasar pueda atravesar el campo y enterrar esa fruta. Una cobertura limpia, que mantiene a la fruta separada del suelo, también es recomendada. Remover las hojas del campo al final de la temporada de cosecha puede reducir significativamente la incidencia de moho gris en la fruta al año siguiente (NCAT, 2007).

#### **2.1.7.6 Pájaros**

Son varios los pájaros que atacan las frutillas pintonas o maduras, casi exclusivamente durante la época fría del año, que coinciden con su máximo precio. Numerosos sistemas de protección, como espantapájaros, banderas de papel, trozos colgantes de espejo o latas, aparatos que producen estampidos periódicos. El único sistema seguro es la protección mediante carpas de mallas plásticas que protegen también contra el granizo o insolación excesiva (Folquer, 1986).

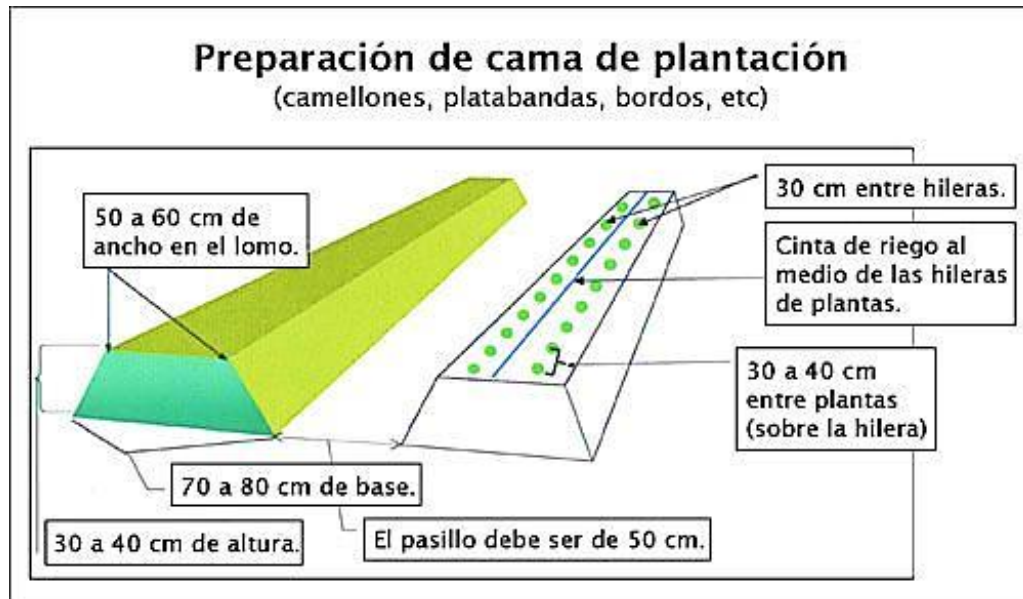
#### **2.1.8 Manejo del Cultivo**

##### **2.1.8.1 Preparación del Terreno**

Pérez (1993), menciona que en suelo suelto (de tipo franco arenoso) sería el adecuado para optimizar el crecimiento de la planta. Si el suelo es muy pesado (arcilloso) con poca capacidad de infiltración, se debe agregar algún material para acondicionarlo, por ejemplo turba, arena, estiércol, etc. Por el contrario, si es muy liviano (arenoso) con poca materia orgánica se debe agregar compost, abonos, turba, etc. Se recomienda una labor de arado de 25 a 35 centímetros.

Para Juscafresa (1998), señala que la formación de caballones en el cultivo, por lo regular mecánica, y en los minicultivos a mano. La distancia aproximada entre unos y otros puede ser entre los 30 y 35 centímetros, y de unos 15 cm de altura. Una vez formado, la tierra estará dispuesta para la plantación. Según Pérez (1993), los

caballones pueden tener una anchura de 60 centímetros. Sobre estos se plantan los fresones en dos líneas paralelas y con una distancia de 30 centímetros entre planta.



**FIGURA 4.** Preparación de los camellones.

Fuente: <http://www.cuencarural.com>.

### 2.1.8.2 Propagación

Según Stolk (1998), para la propagación de la fresa se usan las plantitas que se forman los estolones y que constituye el material de siembra ideal. No obstante hay quienes usan las plantas que obtienen dividiendo cepas viejas; pero este método debe evitarse, pues además de que las plantas no rendirán buenas cosechas, se corre mayor riesgo de establecer un frenal con plantas enfermas desde sus comienzos.

Se recomienda sumergir el material de siembra durante 2-3 minutos en una solución de caldo bordelés al 2% y dejarlo secar a la sombra antes de proceder a plantarlo. También conviene podarles las hojas dejando sólo dos o tres (Stolk, 1993).

### **2.1.8.3 Plantación**

Stolk (1998), señala que es preferible plantar en días nublados o en la últimas horas de la tarde. Se deben colocar a una distancia de 0.20-0.40 m. entre sí. Si dará especial atención a los siguientes puntos: a) las raíces han de quedar bien distribuidas dentro de los pequeños hoyos; b) el cuello de la planta debe quedar a nivel del suelo; c) se ha de comprimirse bien el suelo de su alrededor. Cualquier falla en estos aspectos determinará la muerte de muchas plantas y la reducción de las cosechas.

Antes de la plantación, si las raíces de la planta son excesivamente largas, deben recortarse a 2-3 centímetros. Se plantarán con auleta o azadón, y nunca con estacas, por correr el riesgo de quedar dobladas sus raíces (Juscafresa, 1998).

Stolk (1998), señala que al finalizar la siembra se dará un riego de asiento con lo que se lograra que las plantas queden en mejor contacto con el suelo.

### **2.1.8.4 Cobertura**

Folquer (1986), indica que la cobertura consiste en extender sobre el suelo un material plástico, generalmente polietileno, de forma que la planta va alojada en agujeros realizados sobre dichas láminas. La impermeabilidad del material evita la evaporación del agua del suelo lo que le convierte en un buen regulador hídrico y economizador de agua. El sistema contribuye a incrementar la precocidad de la cosecha y la temperatura media de la zona donde se sitúan las raíces de la planta.

Para Lorente (2007), el acolchado se utiliza para evitar que el fruto se ensucie con el contacto con el suelo, y también para conseguir producciones más precoces.

### **2.1.8.5 Riego**

Pérez (1993), indica que los riegos frecuentes y cortos, que mantengan el ambiente húmedo son los más convenientes, principalmente en verano.

Para Stolk (1998), la fresa es muy exigente en cuanto a humedad del suelo y, como se dijo, no tolera ni el exceso ni deficiencia de agua; por lo tanto deberá prestarse especial atención en no incurrir en ningún de los extremos, y ajustar la frecuencia de los riegos a las características de cada zona.

Folquer (1986), dice que la fresa es un cultivo muy exigente tanto en la cantidad de agua, bien repartida y suficiente a lo largo del cultivo, como en la calidad que presente ésta; presenta gran sensibilidad a la salinidad, no soporta concentraciones de 1 gramo por litro de agua. Se considera que la planta tiene un consumo hídrico de 400 a 900 mm/año.

#### **2.1.8.6 Desmalezado**

Según Pérez (1993), el terreno se debe mantener limpio lo cual se consigue con las labores de escarda que se debe hacer para eliminar las malas hierbas.

Para Stolk (1998), se harán muy superficialmente y con el solo objeto de controlar el desarrollo de masas de hierbas. Resultan costosas, pues generalmente hay que hacerlas a mano.

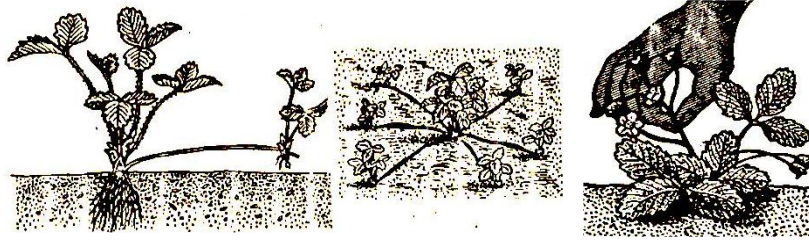
#### **2.1.8.7 Supresión de flores y estolones**

Pérez (1993), indica que normalmente la frutilla suelo emitir estolones en verano y raras veces en otoño si los calores de prolongan. Como se sabe, si la planta produce estolones, no dará floración al mismo tiempo, por lo cual aquellos se deben suprimir.

Pérez (1993), también menciona que a veces al poco tiempo de trasplantar, cuando la planta aún no tiene vigor, empieza a florecer; estas primeras flores se deben suprimir para que la planta tome su vigor conveniente, ya que en caso contrario se quedaría pequeña y disminuiría su rendimiento.

Para Stolk (1998), al iniciar la floración se recomienda eliminar las primeras flores para fortalecer las cepas.





**FIGURA 5.** Supresión de estolones y flores.  
**Fuente:** Stolk, 1998.

#### **2.1.8.8 Abonado Orgánico**

Pérez (1993), indica que al realizar el abonado hay que tener en cuenta que la frutilla es muy susceptible a la salinidad, por lo que se debe ser moderado en las aportaciones, tanto de estiércol como de abonos minerales. No conviene aportar gallinaza.

NCAT (2007), señala que las aplicaciones de vermicomposta (composta hecha de desechos de gusanos de tierra) aumentan significativamente el crecimiento y el rendimiento de las fresas. Basándose en investigaciones de laboratorio, las respuestas pueden haberse debido a la producción de reguladores de crecimiento por microorganismos durante la generación de la vermicomposta.

Respecto a los abonos orgánicos, hasta con 35 a 40 TN/ha y aportándolo siempre antes de la desinfección (Pérez, 1993).

Los rangos recomendados de aplicación de fertilizante orgánico varían de 10 ton/acre a 3 ton/acre. Investigadores de California recomiendan 2 a 3 ton/acre porque al principio los trasplantes no utilizan gran cantidad de nitrógeno. Luego de tres meses de frío y lluvia las plantas empiezan a crecer y el nitrógeno del abono aplicado al trasplante se ha agotado. En ese momento se necesita fertirrigación suplementaria para mantener a las plantas a lo largo de la temporada de producción.

Estudios han señalado que las aplicaciones de vermicomposta (composta hecha de desechos de gusanos de tierra) aumentan significativamente el crecimiento y el rendimiento de las fresas (Arancon et al., 2004, citado por NCAT, 2007). Basándose

en otra investigación de laboratorio, las respuestas pueden haberse debido a la producción de reguladores de crecimiento por microorganismos durante la generación de la vermicomposta.

#### **2.1.8.9 Cosecha**

Folquer (1986), dice que debido a que la fruta es altamente perecedera, debe cosecharse cada tres días y manejarse con mucho cuidado.

Para Pérez (1993), la recogida se hace escalonada a medida que vaya madurando los frutos, siendo preferible realizarla en las primeras horas de la mañana, antes de que el sol aliente demasiado. Al principio se hace cada dos días; en plena producción se impone la recogida diaria.

Pérez (1993), indica que el corte se debe hacer con el índice y el pulgar cortando el pedúnculo con la uñas a un centímetro del fruto, procurando tocarle lo menos posible con la mano.

La fresa cosechada debe protegerse de los rayos solares y depositarse a la sombra hasta su transporte al mercado, que tendrá lugar lo más pronto posible y siempre a resguardo del sol (Stolk, 1998).

El manejo apropiado de las fresas durante la poscosecha es esencial. Enfriar las fresas eliminará el calor de campo y aumentará su vida útil. Cosechar temprano en la mañana, cuando la temperatura es más fresca, y luego pre-enfriar la fruta, antes de ser transportada, extenderá la vida útil significativamente (NCAT, 2007).

#### **2.1.8.10 Rendimiento**

IBTA (1978), indica que la frutilla tiene un rendimiento aproximado de 300-350 gr/planta, en plantaciones de otoño. Mientras que en plantaciones de verano, rendimientos de 510-700 gr/planta.

Para Pérez (1993), La producción se puede considerar de unos 350 gr/planta, lo que supone 2,1 a 2,8 kilos por metro cuadrado, con un rendimiento de 1,5 a 2 kg/m<sup>2</sup>,

## **2.2 Humus de Lombriz**

Según CEFODCA (1995), el humus es un fertilizante bio - orgánico, es un producto ligero, suelo, fiable, inodoro, con una granulometría parecida al café molido.

Es completamente estable, no se pudre ni fermenta y se usa con cierto grado de humedad, por otro lado es una de sus características, puesto que tiene la propiedad de ceder el agua muy lentamente.

Para Gros (1992), El termino humus se designa las sustancias orgánicas variadas, de color pardo y negruzco, que resultan de la descomposición de materias orgánicas de origen exclusivamente vegetal (estiércoles, paja, cultivos enterrados, restos de cosechas, etc.)

El humus de lombriz posee una elevada carga microbiana del orden de los 20 mil millones de grano seco, contribuyendo a la protección de la raíz de bacterias y hormonas como el ácido indol acético y ácido libérico, estimulando el crecimiento y las funciones vitales de la planta (Sánchez, 2003)

Es uno de los pocos fertilizantes orgánicos, y es el único abono orgánico con fibra bacteriana (40 a 60 millones de microorganismo por c.c.), capaz de enriquecer y regenerar las tierras. Su aplicación baja hasta un 40% los costos de fertilización. La actividad residual del humus de lombriz se mantiene en el suelo hasta cinco años. Al tener un pH neutro no presenta problemas de dosificación ni de fitotoxicidad, aún en aquellos casos en que se utiliza puro (Sánchez, 2003).

### **2.2.1 Características del humus**

Reviste un triple aspecto; físico, químico y biológico. El mantenimiento del contenido en humus de un suelo a un nivel conveniente es esencial para la conservación de su

fertilidad; en los suelos bien cultivados el contenido en humus es normalmente del 1,5 al 2%, pero puede alcanzar valores sensiblemente mayores (Gros, 1992).

Gros (1992), menciona que el humus tiene una acción inmediata importante desde el puntos de vista de la mejora de la estructura y de la actividad microbiana del suelo, es pues, más interesante el hacer aportaciones frecuentes de materia orgánica en dosis limitadas que aportaciones masivas a intervalos más alejados.

- Mejora la estructura de las propiedades físicas del suelo
- El humus ejerce una acción muy favorable sobre la estructura, es decir, sobre la agrupación de las partículas en agregados de tamaño medio, lo cual permite una buena circulación del agua, el aire y de las raíces en el suelo. Se obtiene un aumento de la permeabilidad, mayor capacidad de retención de agua y menor cohesión del suelo. Una tierra bien provista de humus es más esponjosa, más aireada, menos pesada y menos sensible a la sequía.
- Regulación y estimulación de la nutrición mineral.
- El humus aumenta la capacidad de cambio de iones del suelo. Con la arcilla constituye la parte fundamental del complejo absorbente, regulador de la nutrición de la planta.
- Por la formación de complejos fosfo-húmicos mantiene el fósforo en estado asimilable por la plantas, a pesar de la presencia de caliza y de hierro libre.
- El humus atenúa la retrogradación del potasio.
- El humus favorece la acción de los abonos minerales. Facilita la absorción de los elementos fertilizantes a través de la membrana celular de las raicillas. En presencia de humus la planta puede absorber de una solución mineral mayor cantidad de elementos fertilizantes que en su ausencia.
- Los ácidos húmicos ejercen una acción estimulante muy marcada sobre el crecimiento de las raíces que no se debe exclusivamente a la liberación de los elementos minerales contenidos en el humus. Para otros, existe un estímulo verdadero de diversos procesos o metabolismos, como consecuencia de la humificación de la materia vegetal por los microorganismos del suelo.

- Aumento de la actividad biológica del suelo
- El humus sirve de alimentos a una multitud de microorganismos y lombrices de tierra que hacen del suelo un medio vivo. Estos microbios que viven a expensas del humus y contribuyen a su transformación, son tanto más numerosos y activos cuanto mejor provistos esté el suelo en humus. El humus es verdaderamente el fundamento de la actividad microbiológica de los suelo.
- Elevación de la capacidad de producción del suelo
- Resulta del conjunto de acciones favorables que acabamos de exponer. Mejorando las propiedades físicas del suelo, estimulando la absorción de elementos nutritivos, abastecimiento de elementos nutritivos, abasteciendo de elemento fertilizantes de sus reservas a la planta, asegurando una mayor disponibilidad de agua, activando la vida microbiana del suelo, el humus crea mejores condiciones de vida para la planta cultivada y le permite producir más (Gros,1992).
- En particularidad que hace que este fertilizante sea tanpreciado, está en su riqueza de enzimas y microorganismos, que viene del intestino de la lombriz, y la presencia de encimas del mismo origen, que estimulan el crecimiento y el desarrollo de las plantas.
- Mejora las características físicas de la tierra, y la mantiene suelta, debido a su estructura coloidal, aumenta la capacidad del suelo de retener el agua (CEFODCA, 1995)
- Es rico en oligoelementos. CEFODCA, 1995

### **2.2.2 Valor de los nutrientes del Humus de Lombriz**

El humus es neutro, próximo a la neutralidad (pH 6,8-7,4), con marcado efecto buffer, con una carga de elementos fito-estimulantes (auxinas, giberelinas, citoquininas) y de bacterias útiles a nivel de los pelos radicales de las plantas, y que se hallan ausentes o bien son insuficientes cuando el compostado se efectúa sin lombrices. De esta manera se explica porque el vermicompost atempera el shock del transplante estimulando y anticipando la germinación y radicación, controla el mal de

los almácigos, acelera el crecimiento en general y el desarrollo de la planta, mejorando la producción vegetal.

**TABLA 3.** Cantidades relativas (%) de nutrientes contenidas en distintos estiércoles animales, y mejora mediante compostaje tradicional o vermicompostaje.

<b>TIPO DE ESTIÉRCOL</b>	<b>MAT. SECA</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>O<sub>2</sub>K</b>	<b>OCA</b>
Equino	33	0,67	0,25	0,55	0,20
Bovino	18	0,60	0,15	0,45	0,15
Gallina	45	1,00	0,80	0,40	0,00
Composta trad.	35	0,95	0,72	0,72	
Lombricompuesto	30-50	2,42	1,10	1,10	2,47

**Fuente:** IICA, 1999

El lombricompuesto posee una amplia gama de ventajas frente a otros abonos, pudiendo destacarse no solo un aporte de macroelementos (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio) y de microelementos (zinc, hierro, cobre, manganeso, boro, etc.) sino que estos se hallan balanceados adecuadamente, como se aprecia de los cocientes: C/N, Ca/Mg, Mg/K (Schuldt, 2006).

### 2.2.2.1 Ácidos Fúlvicos

Es la fracción de sustancias solubles en medios alcalinos y no se precipitan en medios ácidos (Morales citado por Hernández 2011). Son polímeros con anillos aromáticos, grupos fenolíticos y alto contenido de grupos carboxílicos con peso molecular bajo (de 170 a 2000 Da), con un 45% de carbono y 48% de oxígeno tiene una alta capacidad de intercambio catiónico (Stevenson 1994). Una de sus características es su coloración más clara, mayor contenido de oxígeno y bajo contenido de carbono.

### **2.2.2.2 Ácidos Húmicos**

Los ácidos húmicos son la fracción de sustancias solubles en medios alcalinos e insolubles en ácidos minerales y son de color café oscuro a negro (Tlatempa citado por Hernández 2011 ) químicamente son anillos aromáticos, compuestos cíclicos de nitrógeno, cadenas peptídicas, carboxílicos y fenoles de alto peso molecular y alta capacidad de intercambio, catiónico, son macromoléculas de 800 y 500,000 UMA (unidad de masa atómica), y están compuestos de 62% de carbono y 30 % de oxígeno, la mayor porción de oxígeno, parece estar presente como un componente oxígeno, la mayor porción de oxígeno, parece estar presente como un componente estructural del núcleo condensado, se identifica por grupos de alcohol carboxilo, carbonilo y quinonas. Los grupos funcionales oxigenados, están involucrados en reacciones con metales y minerales que proveen elementos nutrimentales para las raíces de los vegetales. Los ácidos húmicos tienen alta estabilidad relativa y distinta reactividad y una de sus formas muy interesante es la presencia de vacíos de variadas dimensiones, los cuales pueden atrapar o unir otros componentes orgánicos como carbohidratos, proteínas y lípidos o también arcillas minerales y oxihidróxidos (Labrador 2001).

Los ácidos húmicos de distintos suelos y materias orgánicas en descomposición presentan estructuras muy semejantes. La forma de las moléculas juega un papel importante en la formación de la estructura del suelo el hecho de que estas moléculas posean una estructura flexible y ramificada con multitud de cavidades internas misma que determina su capacidad de absorción frente al agua (Labrador 2001).

### **2.2.2.3 Huminas**

Las huminas son componentes de la fracción humus del suelo. Están formadas por polímeros de alto peso molecular y uniones orgánicas de color oscuro. Muy resistentes al ataque microbiano, por lo que son de gran estabilidad y se acumulan en los suelos. Son las que confieren el color oscuro a los suelos especialmente a los horizontes superiores, Las huminas se producen por condensación de sustancias

orgánicas, pero también se pueden producir por transformación de sustancias no húmicas del suelo como los ácidos orgánicos, los azúcares aminoácidos, etc. (Núñez, 2000).

En los suelos la que se determina como humus es una mezcla de ácidos húmicos, fúlvicos y huminas. El predominio de una u otra forma de humus dependerá del pH del suelo, condiciones aeróbicas y anaeróbicas, saturación de bases, contenido de nitrógeno en los residuos orgánicos la relación C/N y la actividad de microorganismos (Núñez, 2000).

### **2.2.3 Aplicación de humus**

Se puede usar vermicomposta como suplemento o alternativa. Esparcir e incorporar la composta sólo en las camas, evitando los surcos, ayudará a concentrar la fertilidad y los microorganismos donde más se necesitan. Los rangos recomendados de aplicación de composta varían de 12 ton/acre a 3 ton/acre. Investigadores de California recomiendan 2 a 3 ton/acre porque al principio los trasplantes no utilizan gran cantidad de nitrógeno. Luego de tres meses de frío y lluvia las plantas empiezan a crecer y el nitrógeno del abono aplicado al trasplante se ha agotado. En ese momento se necesita fertirrigación suplementaria para mantener a las plantas a lo largo de la temporada de producción (NCAT, 2007).

### **2.3 Costos de Producción**

Zamora (1969), define usualmente a la producción como la creación de utilidad, entendiendo por tal “la capacidad de un bien o de un servicio para satisfacer una necesidad humana”. El costo de producción tiene dos características opuestas, que algunas veces no están bien entendidas en los países en vías de desarrollo. La primera es que para producir bienes uno debe gastar; esto significa generar un costo. La segunda característica es que los costos deberían ser mantenidos tan bajos como sea posible y eliminados los innecesarios. Esto no significa el corte o la eliminación de los costos indiscriminadamente (FAO, 2012).



### **2.3.1 Costos Fijos**

Se definen como costos fijos por razón de que en el plazo corto e intermedio se mantienen constantes a los diferentes niveles de producción. Los costos fijos están formados por: salarios a ejecutivos, depreciación de la maquinaria, depreciación del equipo, contribuciones de la propiedad, primas de seguros, alquileres, intereses (Ávila, 2003).

Al hablar de costo fijo indicamos que el costo fijo total se mantendrá constante mientras la empresa determine mantener constante la capacidad productiva. Los costos fijos aumentarán siempre y cuando la empresa aumente su capacidad productiva. Todo aumento en la capacidad productiva de una empresa se logra por la adquisición de maquinaria, equipo adicional y la ampliación de la planta. Estos movimientos en la relación de los costos fijos necesitan de un período relativamente largo para su realización. Por eso, los costos fijos deben entenderse en términos de aquellos costos que se mantienen constantes dentro del tiempo relativamente corto (FAO, 2012).

$$CFT = P_X \cdot X_F$$

Dónde:

$CFT =$  Costo Fijo Total

$P_X =$  Precio del factor fijo

$X_F =$  Cantidad del factor fijo

### **2.3.2 Costos Variables**

Los costos variables se mueven al aumentar o disminuir el volumen de producción. El movimiento del costo variable total se realiza en la misma dirección del nivel de producción. Al costo variable lo forman el costo de la materia prima y el costo de la mano de obra (Ávila, 2006).

Mientras que el costo fijo total dependerá de la decisión del empresario en cuanto a la capacidad productiva que desea funcionar, el costo variable dependerá del volumen de producción que el dueño de la empresa quiera llevar al mercado.

$$CVT = P_V \cdot X_V$$

Dónde:

*CVT = Costo Variable Total*

*P<sub>V</sub> = Precio de los factores variables*

*X<sub>V</sub> = Cantidad de los factores variables*

La determinación de aumentar el volumen de producción conduce al uso de más materia prima y la ocupación de más obreros, por lo que el costo variable total tiende a aumentar el volumen de producción (FAO, 2012).

### **2.3.3 Costos Totales**

Los costos totales lo definimos como la sumatoria de los costos fijos totales más los costos variables totales (Ávila, 2003).

$$CVT = CFT + CVT$$

### **2.3.4 Beneficio Bruto**

El ingreso total o bruto es igual al número total de unidades producidas multiplicado por el precio de venta (Ávila, 2006).

$$IB = R - Vt$$

*IB = Ingreso Bruto*

*R = Rendimiento Agrícola tn ha<sup>-1</sup>*

*Vt = Valor o precio del producto*

### **2.3.5 Beneficio Neto**

El beneficio neto es un indicador de eficiencia económica mucho más exacta que las medidas ya citadas. El BN estima el beneficio que es percibido por el negocio después de pagar todos los costos de operación (efectivos y no efectivos) (Ávila, 2006)

$$BN = IB - CT$$

$$BN = \text{Ingreso Neto}$$

$$IB = \text{Ingreso Bruto}$$

$$CT = \text{Costo Total}$$

### **2.3.6 Beneficio-Costo**

Según Spag (2001), Consiste en poner en valor presente todos los beneficios netos del proyecto y dividirlo por el valor presente de todos los costos del proyecto, la tasa de descuento será aquella que tenga el proyecto para su evaluación.

$$\text{Relación } \frac{B}{C} = \frac{\text{Valor Presente de los Ingresos}}{\text{Valor Presente de los Costos}}$$

1.  $B/C < 1$  Significa que los beneficios son menores a los costos y en consecuencia el proyecto no se debe realizar
2.  $B/C = 1$  Significa que los beneficios son iguales a los costos, por lo tanto se cumple la expectativa del proyecto y para el inversionista es indiferente hacer la inversión en este proyecto o seguir con sus inversiones normales.
3.  $B/C > 1$  Significa que en valor presente los ingresos son iguales a los egresos y en consecuencia el proyecto es aconsejable realizarlo.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización**

El experimento se estableció en el Centro de Formación y Capacitación para la Participación Ciudadana (FOCAPACI), Ciudad de El Alto (Zona San Luis Tasa), departamento de La Paz (Ver anexo 1), con una altura de 4014 m.s.n.m., 16°31'48" de latitud sur y a 68°11'559" de longitud oeste, (I.G.M., 1998).

Las características climáticas de la zona presentan una temperatura promedio anual de 8,2 ° C y una precipitación media anual de 611,6 mm. (SENAMHI, 2009).

#### **3.2 Materiales**

##### **3.2.1 Material de Campo**

El experimento se realizó en una carpa solar tipo doble agua, construido de adobe con una cubierta de agrofilm de 250 micras de grosor. Para la preparación del suelo, la incorporación del sustrato, formación de los camellones y plantación de las frutillas se utilizó carretilla, pico, pala, y rastrillo. En la ubicación de los tratamientos y el sistema de riego se empleó flexómetro y línea nivel. El registro de la temperatura se llevó con la ayuda de un termómetro de máximas y mínimas. Para la medición de las variables de rendimiento y peso del fruto se utilizó una balanza de precisión. Para medir la longitud y diámetro del fruto se utilizó materiales como el vernier, y la regla metálica.

##### **3.2.2 Riego y Sustrato**

Se utilizó riego localizado empleando cintas de riego por goteo, situando a una separación de 30 cm. entre emisores. El sustrato se preparó a base se turba, tierra negra y estiércol ovino. Se utilizó humus de lombriz como abono orgánico, este fue elaborado a base de estiércol ovino y restos vegetales, su aplicación fue de acuerdo a los tratamientos evaluados utilizando herramientas de jardinerías.

### **3.2.3 Material Vegetal**

El material vegetal consistió en dos variedades: La variedad Chandel y la variedad Oso Grande, estas variedades son mayormente cultivadas y las de mayor demanda en esta región. Para ambas variedades la fruta es de buen sabor, presentando frutos grandes, y aceptada para el mercado en fresco.

### **3.2.4 Material de Gabinete**

El registro de datos de cada variable de respuesta se llevó en un cuaderno de registro anotando la fecha y la observación. Para la redacción del documento y el análisis estadístico se utilizó una computadora y el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS).

## **3.3 Metodología**

### **3.3.1 Metodología Experimental**

#### **3.3.1.1 Toma de muestra de suelo**

Para la el análisis químico se tomó un muestra de 100 gr. de suelo después de incorporado el sustrato. Antes de tomar la muestra final se extrajo varias muestras de toda el área experimental son el fin de que este sea representativo.

#### **3.3.1.2 Preparación del suelo**

Se realizó una remoción del suelo hasta 30 cm de profundidad. Se preparó un sustrato con las siguientes proporciones: turba 25%; tierra negra 50%; y estiércol 25%. Posteriormente se mezcló el sustrato con el suelo y se formó los camellones con dimensiones de 50 cm de ancho en la base, 15 cm de alto.



**FOTOGRAFÍA 1.** Preparación del terreno.

### **3.3.1.3 Selección de Plantines**

Se clasifico plantas homogéneas de cada variedad, así también se reservó plantines para realizar el remplazo de aquellas que no resistieron al transplante. Los plantines se encontraban empezando la fase de floración por lo que con se pudo evaluar variables fenológicas.



**FOTOGRAFÍA 2.** Selección de Plantines.



#### **3.3.1.4 Instalación del Sistema de Riego**

Para el riego se utilizó un sistema de riego por goteo distribuyendo dos cintas por camellón, con emisores ubicados a 30 cm entre cada uno.



**FOTOGRAFÍA 3.** Sistema de Riego por goteo.

#### **3.3.1.5 Cobertura**

Se colocó como cobertura agrofilm para conservar la temperatura que desciende drásticamente por las noches, evitar que el fruto se malogre al chocar con el suelo y evitar que las malas hierbas crezcan perjudicando al cultivo.



**FOTOGRAFÍA 4.** Colocado de Cobertura.

### **3.3.1.6 Plantación**

Se seleccionaron plantas homogéneas de cada variedad y se plantaron en los camellones en el sistema tres bolillo a una distancia de 30 centímetros entre planta. Se procedió a la apertura de hoyos pequeños a una profundidad de 8 a 10 am con la ayuda de una pala de jardinería, a la cual se colocó el plantin cuidado que las raíces estén bien dispuestas para luego cubrirlas con tierra hasta el nivel del cuello del corona.



**FOTOGRAFÍA 5.** Plantación de plantines de frutilla.

### **3.3.1.7 Delimitación de las unidades experimentales.**

Se delimito áreas homogéneas en cuatro bloques y dentro de cada bloque las unidades experimentales contando dieciséis plantas para cada tratamiento en estudio.



**FOTOGRAFÍA 6.** Delimitación de las unidades experimentales.



### **3.3.1.8 Aplicación del humus de lombriz**

La aplicación de humus de lombriz se hizo de acuerdo al tratamiento. Para cada tratamiento se utilizó una dosis de 250 gr de humus/planta. Para el tratamiento  $a_1$  no se aplicó ya que es un tratamiento de comparación, para el tratamiento  $a_2$  se aplicó 10 gramos de humus/planta cada siete días, para el tratamiento  $a_3$  se aplicó 20 gramos de humus/planta cada quince días y para el tratamiento  $a_4$  se aplicó 40 gramos de humus/planta cada treinta días.

La aplicación de humus se realizó manualmente, aplicando el fertilizante orgánico cerca de las raíces de la planta.



**FOTOGRAFÍA 7.** Aplicación de humus de lombriz.

### **3.3.1.9 Realización de podas**

Se eliminaron las hojas viejas y estolones de la planta para evitar que afecte en la producción de frutos o que las hojas viejas ayuden a propagar el moho gris. Esta labor se realizó manualmente cada semana, llevando los rastrojos para compostaje.

### **3.3.1.10 Deshierba**

Esta labor se realizó en forma manual, se eliminaron malezas junto a la planta y la de los pasillos llevando los rastrojos fuera de la carpa. Debida a la humedad y la

temperatura dentro de la carpa, las malezas se propagan más rápidamente para evitar que afecten al cultivo.

### **3.3.1.11 Riego**

La frecuencia de riego fueron los días lunes, miércoles y jueves de cada semana con una duración de 30 minutos en cada riego .

### **3.3.1.12 Controles fitosanitarios**

Se presentó el ataque de pulgón, plaga que es muy común en los invernaderos, por cuanto se procedió inmediatamente a realizar un control usando un preparado orgánico consistente en macerados de tabaco o manzanilla mezclado con jabón como adherente. Este tratamiento se aplicó después de cosechadas las frutillas como un tratamiento preventivo para evitar que esta plaga se propague.

### **3.3.1.13 Cosecha**

Se cosecharon los frutos de forma escalonada registrando los rendimientos de cada parcela neta experimental, eliminando los efectos bordes, el proceso se realizó en forma manual, en las primeras horas de la mañana. Se realizó un corte con el índice y el pulgar cortando el pedúnculo con la uñas a un centímetro del fruto, procurando tocarle lo menos posible con la mano.



**FOTOGRAFÍA 8.** Cosecha de frutilla.

### 3.3.2 Diseño Experimental

El ensayo de campo se estableció usando un Diseño de Bloques al Azar en arreglo de Parcelas Divididas, donde el factor A es la frecuencia de aplicación de humus ubicado en la parcela grande, y el factor B la variedad de frutilla ubicada en la parcela pequeña.

#### 3.3.2.1 Modelo Lineal

Según Calzada (1982), el modelo lineal para un Diseño de Bloques al Azar en parcelas Divididas es el siguiente:

$$x_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \varepsilon_a + \gamma_j + \alpha\gamma_{ij} + \varepsilon_b$$

Dónde:

$x_{ijk}$  = Una observación cualquiera

$\mu$  = Media general

$\beta_k$  = Efecto del k-ésimo bloque

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésima frecuencia de aplicación de humus de lombriz

$\varepsilon_a$  = Error debido a parcela pequeña

$\gamma_j$  = Efecto del j-ésima variedad de frutilla

$\alpha\gamma_{ij}$  = Efecto de la interacción de la i-ésima frecuencia de humus aplicada a la j-ésima variedad de frutilla

$\varepsilon_b$  = Error de b

### **3.3.2.2 Factores de Estudio**

**FACTOR A:** Frecuencia de Aplicación de Humus de Lombriz

$a_1 = \textit{Testigo}$

$a_2 = \textit{Aplicación de humus cada siete días}$

$a_3 = \textit{Aplicación de humus cada 15 días}$

$a_4 = \textit{Aplicación de humus cada 30 días}$

**FACTOR B:** Variedades de Frutilla

$b_1 = \textit{Variedad Oso Grande}$

$b_2 = \textit{Variedad Chandler}$

**TRATAMIENTOS:**

$a_1b_1 = \textit{Variedad Oso Grande sin aplicación de Humus de Lombriz}$

$a_1b_2 = \textit{Variedad Chandler sin aplicación de Humus de Lombriz}$

$a_2b_1 = \textit{Variedad Oso Grande con aplicación de humus cada siete días}$

$a_2b_2 = \textit{Variedad Chandler con aplicación de humus cada siete días}$

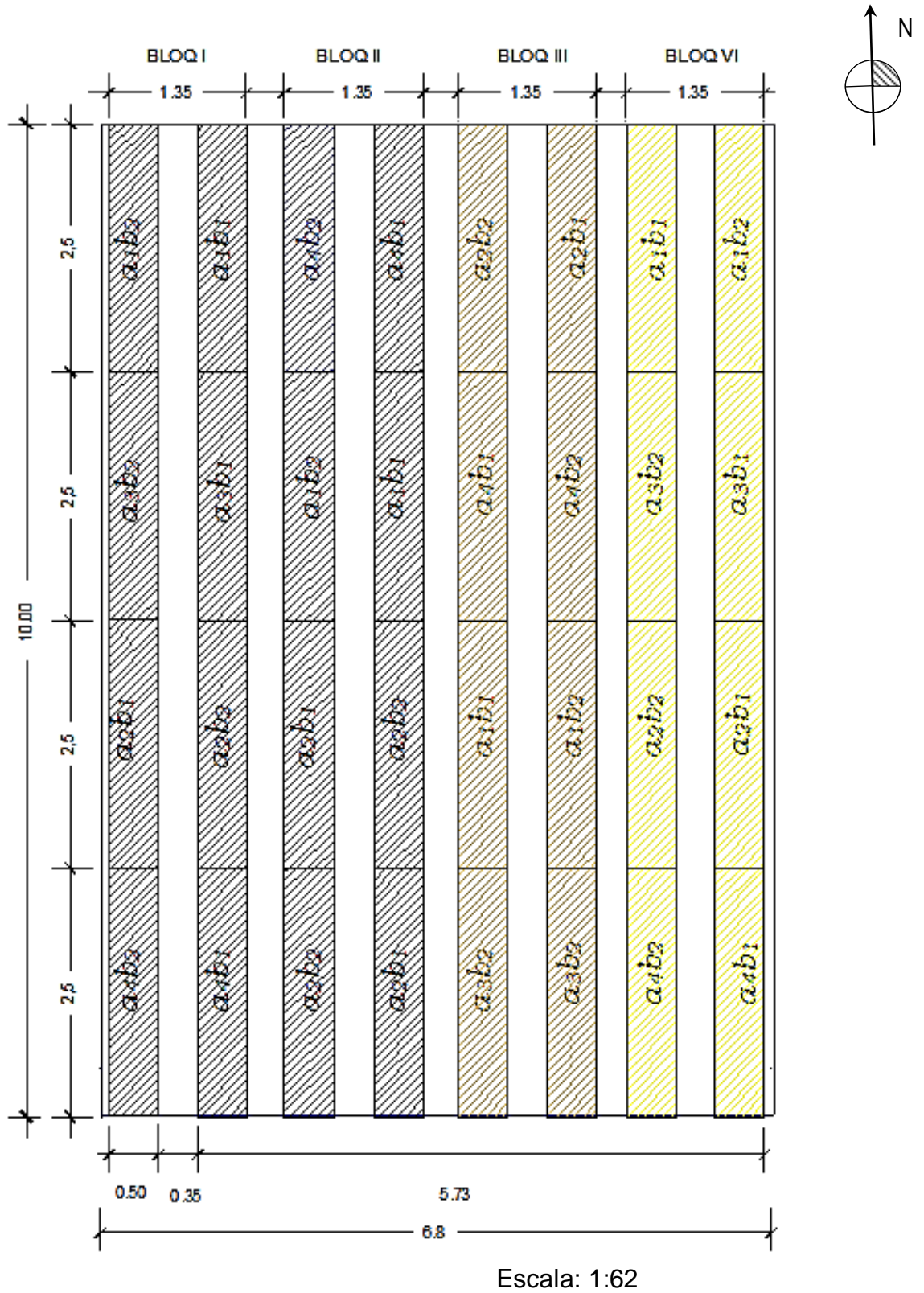
$a_3b_1 = \textit{Variedad Oso Grande con aplicación de humus cada 15 días}$

$a_3b_2 = \textit{Variedad Chandler con aplicación de humus cada 15 días}$

$a_4b_1 = \textit{Variedad Oso Grande con aplicación de humus cada 30 días}$

$a_4b_2 = \textit{Variedad Chandler con aplicación de humus cada 30 días}$

### 3.3.2.3 Croquis del Experimento





Número total de tratamientos	: 8 tratamientos
Número total de unidades experimentales	: 32 unidades
Ancho de pasillos	: 35 centímetros
Superficie del ensayo	: 65 m <sup>2</sup>
Número de plantas en el ensayo	: 512 plantas
Largo de la parcela	: 10 metros
Ancho de la parcela	: 6.5 metros
Distancia entre plantas	: 30 centímetros
Número de plantas por parcela	: 16 plantas
Número de plantas por parcela neta	: 12 plantas

### **3.3.3 Evaluación del comportamiento Agronómico para ambos factores.**

El tipo de investigación que se realizó en este trabajo fue una asociación de factores donde se probaron dos variedades de frutilla y cuatro frecuencias de aplicación de humus de lombriz. Para evaluar el comportamiento agronómico se midió el número de frutos/planta, longitud del fruto, diámetro del fruto, peso del fruto/planta, número de flores/planta, número de hojas/planta, y el rendimiento del fruto en kg/ha de los cuales se efectuó el análisis de variancia (ANOVA), de acuerdo al diseño experimental planteado; pruebas de significación de Duncan al 5%, para los factores, y para la interacción un Análisis de Efectos Simples en caso de significancia.

### **3.3.4 Evaluación de económica.**

Para evaluar el análisis económico se realizó cálculos de los Costos Fijos (CF), Costos Variables (CV), Ingreso Bruto (IB), Ingreso Neto (IN) y Beneficio/Costo (B/C). Estos indicadores mostraron la rentabilidad de cada tratamiento.

### **3.3.5 Variables de respuesta agronómicas**

Para la evaluación del ensayo se tomó en cuenta las variables agronómicas y económicas durante toda la fase reproductiva del cultivo.

#### **3.3.5.1 Numero de frutos/planta**

Se realizó contando la cantidad total de frutos en la planta, efectuando muestreos en cada unidad experimental para obtener un promedio representativo. El número de plantas evaluadas fueron de 5 por UE, los datos se registraron dos veces por semana durante 25 semanas, obteniendo un total de 50 evaluaciones.

#### **3.3.5.2 Longitud del fruto**

Al momento de la cosecha con ayuda de un Vernier se procedió a medir 5 frutos seleccionados al azar de la parcela neta, los datos se expresaron en centímetros. Se registraron 6 evaluaciones tomadas cada mes.

#### **3.3.5.3 Diámetro del fruto**

De los 5 frutos seleccionados al azar de la parcela neta se procedió a medir el diámetro ecuatorial con la ayuda de un Vernier y se expresaron los datos en centímetros. Al igual que la longitud del fruto las evaluaciones se llevaron a cabo cada mes.

#### **3.3.5.4 Peso del fruto/planta**

Para el peso del fruto se tomaron cinco plantas de cada unidad experimental, se pesaron los frutos de cada planta utilizando una balanza de precisión en gramos. Los datos se registraron dos veces por semana durante 25 semanas, obteniendo un total de 50 evaluaciones

### **3.3.5.5 Numero de flores/planta**

Se contabilizo el número de flores cada planta muestra dentro cada unidad experimental, datos que fueron anotados con la ayuda de un registro. El número de plantas evaluadas fueron de 5 en cada UE, los datos se registraron cada semana, obteniendo un total de 25 evaluaciones

### **3.3.5.6 Numero de hojas/planta**

Se contó el número de hojas totales de cada planta, sin tomas en cuentas las maltratadas o secas. El número de plantas evaluadas fueron de 5 dentro cada unidad experimental, los datos se registraron cada semana, obteniendo un total de 25 evaluaciones

### **3.3.5.7 Variables de Rendimiento kg/ha**

Para obtener el rendimiento, en una balanza se pesó el total de los frutos cosechados por tratamiento, y se expresaron los valores en Kg/ha. Los datos se registraron dos veces por semana, con un total de 50 evaluaciones

### **3.3.5.8 Dinámica de producción**

Para el estudio de la dinámica de producción de frutos de frutilla se registró el peso de cada cosecha en gramos de 5 plantas dentro de cada unidad experimental, se evaluó 2 veces por semana. Para los resultados se tomó datos totales por semana, siendo un total de 25 datos por cada tratamiento.



### **3.3.6 Variables económicas**

#### **3.3.6.1 Análisis de costos parciales por tratamiento**

Para el análisis económico del ensayo se empleó el método de evaluación económica propuesta por Perrin, et al- (1988), el cual propone una metodología sobre los costos de producción, beneficio bruto y beneficio neto y así obtener la relación B/C, y ver que tratamiento es rentable o no.

#### **Calculo del Beneficio Bruto**

El Beneficio Bruto se calculó tomando en cuenta el rendimiento total acumulado durante todo el periodo productivo del cultivo multiplicado por el precio por un kilogramo de frutilla en el mercado, todo en bolivianos.

$$BB = R \times Vt$$

$$BB = \text{Ingreso Bruto}$$

$$R = \text{Rendimiento Agrícola } tn \text{ ha}^{-1}$$

$$Vt = \text{Valor o precio del producto}$$

#### **Calculo del Beneficio Neto**

El Beneficio Neto se calculó restando los costos totales de producción al beneficio bruto.

$$BN = IB - CT$$

$$BN = \text{Ingreso Neto}$$

$$IB = \text{Ingreso Bruto}$$

$$CT = \text{Costo Total}$$

### **Calculo de la relación benéfico-costo**

Se estimó dividiendo el beneficio neto entre el costo total.

$$\text{Relación } \frac{B}{C} = \frac{\text{Valor Presente de los Ingresos}}{\text{Valor Presente de los Costos}}$$

1.  $B/C < 1$  Significa que los beneficios son menores a los costos y en consecuencia el proyecto no se debe realizar
2.  $B/C = 1$  Significa que los beneficios son iguales a los costos, por lo tanto se cumple la expectativa del proyecto y para el inversionista es indiferente hacer la inversión en este proyecto o seguir con sus inversiones normales.
3.  $B/C > 1$  Significa que en valor presente los ingresos son iguales a los egresos y en consecuencia el proyecto es aconsejable realizarlo.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Variables agronómicas

#### 4.1.1 Número de frutos/planta

En el análisis de varianza (Cuadro 2), se puede apreciar que las diferencias entre bloques no son significativas ( $p = 0.440$ ) no llegando a controlar la heterogeneidad del ambiente con respecto a esta variable. La frecuencia de aplicación correspondiente a la parcela grande mostro alta significancia ( $p = 0.00$ ) y dentro de estas, el factor variedad reporto también diferencias altamente significativas ( $p = 0.00$ ).

**CUADRO 2.** Análisis de Varianza del Número de frutos/planta.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloque	3	15,85	5,28	4,09	0,440	NS
Frecuencia de aplicación de humus	3	1315,90	438,63	339,62	0,000	**
Error A	9	11,62	1,29			
Variedad	1	54,08	54,08	58,55	0,000	**
Frecuencia X Variedad	3	127,06	42,35	45,85	0,000	**
Error B	12	11,08	0,92			
Total	31					

CV= 4,29 %

<sup>NS</sup> No significativo

\*\* Altamente significativo

La interacción frecuencia de aplicación de humus y variedad fue altamente significativa, los dos factores no son independientes, a lo que se procedió a realizar un análisis de efectos simples (Cuadro 5).

El coeficiente de variación fue de 4,29 %, que indica que los datos obtenidos son confiables y la variabilidad de las unidades experimentales fue mínima dentro de cada tratamiento.

Mediante la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5% para el factor frecuencia de aplicación de humus de lombriz al evaluar el número de frutos por planta, se obtuvieron tres rangos de significación definidos (Cuadro 3). La aplicación de humus de lombriz cada siete días (A), reporto mayor número de frutos por planta, al

ubicarse en el primer rango con un promedio de 33 frutos por planta; en tanto que, la aplicación de humus de lombriz cada treinta días se encuentra en segundo grupo (B) con un promedio de 20 frutos/planta. El menor número de frutos fue registrado por la aplicación de humus a los quince días y por el testigo con promedios de 18 y 17 frutos por planta respectivamente.

**CUADRO 3.** Comparaciones de medias para el factor frecuencia de aplicación de humus en la variable Número de frutos/planta.

Frecuencia de Aplicación de Humus	Promedio	Duncan (p=0.05)
Cada 7 días	33	A
Cada 30 días	20	B
Cada 15 días	18	C
Testigo	17	C

La aplicación de humus de lombriz cada siete días, como se ve en los resultados obtenidos presenta mayor fructificación.

Se puede afirmar que durante la maduración del fruto y en la cosecha, los ácidos húmicos estimulan la acumulación de pigmentos, lo que resulta en hojas más verdes con mayor eficiencia fotosintética, lo que da como resultado mejor calidad y cantidad del fruto. Estudios realizados en Chile se ha encontrado que tanto la aplicación al suelo o vía foliar el tratamiento tiene éxito y podría ser utilizado para obtener un mayor rendimiento de fruta y pueden mejorar significativamente la calidad del fruto en frutillas cultivadas orgánicamente (Karakurt citado por Hernández 2011).

Según Juscafresa (1998), las necesidades nutritivas del fresa son muy acusadas, por la cantidad de fruta producido y el limitado desarrollo de la planta, y según la naturaleza y estructura del suelo y la continuidad de riego, en ciertos casos aumentan aquellas necesidades, no abonado corriente formulado a base de nitrógeno, fósforo y potasio, por exigir otros macroelementos y microelementos para completar aquellas otras necesidades.

**CUADRO 4.** Prueba de Duncan al 5% para el factor variedad en la variable Número de frutos/planta.

Variedad	Promedio	Duncan (p=0.05)
Oso Grande	25	A
Chandler	21	B

De acuerdo con la prueba de significancia de Duncan al 5% (Cuadro 4) para el factor variedad se obtuvo diferencias significativas entre las variedades de frutilla por lo que se distinguen dos rangos. En el primer rango (A), la variedad Oso Grande con un promedio de 25 frutos/planta y en el segundo rango (B) la variedad Chandler con un promedio de 21 frutos/planta.

Amaru, (2005), reporta para la variedad Chandler un promedio 8 frutos/planta y para la variedad Oso Grande un promedio de 14 frutos/planta en un estudio realizado bajo un manejo orgánico.

Esto debido a que la variedad Oso Grande posee un buen desarrollo vegetativo y responde bien en cultivos protegidos, por otra parte la variedad Chandler tiene tendencia a una maduración incompleta en determinadas condiciones climáticas.

El análisis de efecto simple (Cuadro 5), para la variable número de frutos/planta muestra que la variedad Oso Grande se comporta de manera diferente en cada frecuencia de aplicación de humus a si también respecto al tratamiento testigo, estas diferencias son altamente significativas ( $p = 0.00$ ). Con respecto a la variedad Chandler, de igual manera presenta diferencias altamente significativas ( $p=0.00$ ) dentro de cada frecuencia de aplicación de humus.

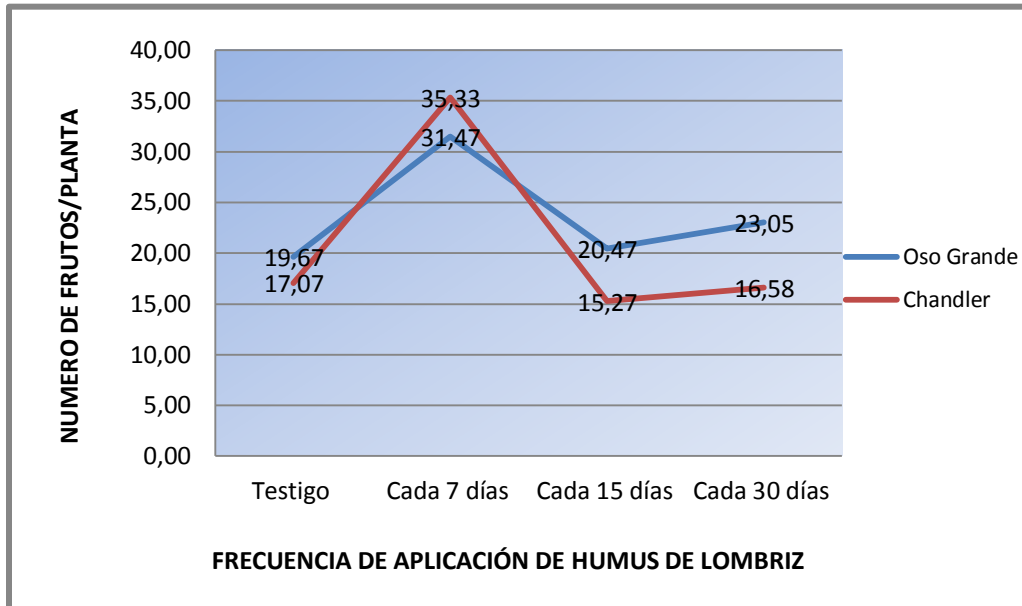
**CUADRO 5.** Análisis de efectos simples para la variable Número de frutos/planta.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Frec. (Oso Grande)	3	349,841	116,614	126,25	0,00000	**
Frec. (Chandler)	3	1093,112	364,371	394,47	0,00000	**
Var. (Testigo)	1	13,520	13,520	14,64	0,00241	**
Var. (Cada 7 días)	1	29,902	29,902	32,37	0,00010	**
Var. (Cada 15 días)	1	54,080	54,080	58,55	0,00001	**
Var. (Cada 30 días)	1	83,636	83,636	90,544	0,00000	**
ERROR EXP	12	11,084	0,924			

\*\* Altamente significativo

Sin la aplicación de humus de lombriz se puede apreciar que existe diferencias altamente significativas ( $p=0.002$ ) con respecto a las variedades Oso Grande y Chandler. Estas variedades también presentan significancia aplicando humus de lombriz a los siete, quince y treinta días con una probabilidad de  $p=0.0001$ ,  $p=0,00001$ ,  $p= 0.00$ , respectivamente.

**GRAFICA 1.** Comportamiento de las variedades de frutilla según sea la frecuencia de aplicación de humus referente al número de frutos/planta.



La Gráfica 1, presenta el número de frutos/planta para cada frecuencia de aplicación de humus, se registró que, la variedad Chandler donde se aplicó humus cada siete días fue significativamente mayor, en comparación con el número de frutos que obtuvo la variedad Oso Grande. Aplicando humus de manera semanalmente, ambas

variedades de frutilla, se obtuvieron promedios altos de 35.33 y 31.47 frutos respectivamente. Sin embargo tanto para el testigo como para las aplicaciones de humus a los 15 y 30 días el comportamiento de la variedad Chandler fue significativamente menor respecto a la variedad Osos Grande. Los tratamientos más bajos que se presentaron fueron en la variedad Chandler aplicando humus a los 30 días (16,58 frutos/planta) y sin aplicación de humus (17,07 frutos/planta).

Amaru, (2005), reporta para la variedad Chandler un promedio 35 frutos/planta y para la variedad Oso Grande un promedio de 14 frutos/planta en un estudio utilizando estiércol ovino como fertilizante. En el caso del testigo (sin aplicación de fertilizante), reporto un promedio de 17 frutos/ planta para la variedad Chandler, mientras que para la variedad Oso Grande reporto un promedio de 9 frutos/planta.

Al respecto Soria (1993), menciona que la variedad Chandler tiene un alto potencial genético en la producción de frutos de buena calidad.

#### 4.1.2 Longitud del fruto

El análisis de varianza (Cuadro 6), para la variable longitud de fruto, se observa que no existen diferencias significativas, aplicando diferentes frecuencias de aplicación de humus no afecta a la longitud del fruto.

**CUADRO 6.** Análisis de Varianza para la longitud del fruto.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloque	3	0,15	0,05	0,31	0,820	NS
Frecuencia de aplicación de humus	3	0,06	0,02	0,13	0,941	NS
Error A	9	1,46	0,16			
Variedad	1	0,02	0,02	0,15	0,705	NS
Frecuencia X Variedad	3	0,20	0,07	0,61	0,622	NS
Error B	12	1,34	0,11			
Total	31					

CV= 8,07%

NS No significativo

No existen diferencias significativas en la longitud del fruto para las dos variedades de frutilla ( $p=0,705$ ). La interacción frecuencia de aplicación de humus de lombriz y

variedad no presenta significancia por lo que estos factores son independientes. El coeficiente de variación alcanzo 8,07 %, lo que implica que se ha llevado un buen manejo experimental, logrando confiabilidad en los datos.

Cortez (2008), reporto para la variedad Chandler una longitud de 4.44 cm utilizando estiércol como fertilizante, valor que se aproxima a los resultados obtenidos en este trabajo para la misma variedad utilizando como fertilizante humus de lombriz. El mismo autor, presenta para la variedad Osos Grande una longitud de 4.66 cm que es próximo al obtenido en el tratamiento testigo. Mientras que Mendoza (2006), reporto para la variedad Chandler una longitud del fruto de 3.5 cm.

Corzo (1990), indica que el fosforo en el suelo influye en la calidad del fruto, especialmente en lo que se refiere al largo, color, firmeza de la pulpa.

#### **4.1.3 Diámetro del fruto**

El análisis de varianza (Cuadro 7), para el diámetro del fruto, estadísticamente reporta significancia para bloques ( $p=0,038$ ), controlando la gradiente de variación que se tuvo en cuanto a la temperatura. Se obtuvo diferencias altamente significativas para el factor frecuencia de aplicación de humus ( $p=0.00$ ). En parcela pequeña la Variedades Oso Grande y Chandler muestran alta significancia ( $p=0.00$ ), para el cual se realizó la prueba de rangos múltiples de Duncan para ver que variedad presenta mayor diámetro.



**CUADRO 7.** Análisis de Varianza para el diámetro del fruto.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloque	3	0,65	0,22	4,34	0,038	*
Frecuencia de aplicación de humus	3	2,61	0,87	17,32	0,000	**
Error A	9	0,45	0,05			
Variedad	1	6,21	6,21	65,07	0,000	**
Frecuencia X Variedad	3	2,19	0,73	7,64	0,004	**
Error B	12	1,15	0,10			
Total	31					

CV= 8,23%

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

La interacción frecuencia de aplicación de humus y variedad de frutilla fue altamente significativa ( $p=0,004$ ), los dos factores no son independientes procediendo a realizar un análisis de efectos simples (Cuadro 10).

Se muestra en el análisis que el coeficiente de variación alcanzado es de 8,23%, según este parámetro se ha llevado un buen manejo experimental.

Examinando el factor frecuencia de aplicación de humus, en el diámetro del fruto, según la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5%, se registraron dos rangos (Cuadro 8). Las plantas aplicadas con humus de lombriz cada treinta días (A), reportaron mayor diámetro de fruto, con un promedio de 4,24 cm., al ubicarse en el primer rango; mientras que, los tratamientos que recibieron aplicación de humus a los siete, quince días, y el testigo, reportaron menor diámetro de fruto con promedios de 3,58 cm, 3,56 cm., y 3,63 cm. respectivamente, los cuales no muestran diferencias significativas.

La aplicación frecuente de humus de lombriz proporciona una nutrición equilibrada para la planta en consecuencia favorece al engrosamiento del fruto.

**CUADRO 8.** Comparaciones de medias para el factor frecuencia de aplicación de humus en la variable diámetro del fruto

Frecuencia de Aplicación de Humus	Promedio	Duncan ( $p=0.05$ )
Cada 30 días	4,24	A
Testigo	3,63	B
Cada 7 días	3,58	B
Cada 15 días	3,56	B

El tratamiento con menor diámetro de fruto (3.56) fue con la aplicación de humus cada quince días, se ubica en el segundo rango.

**CUADRO 9.** Comparaciones de medias para el factor variedad en la variable diámetro del fruto.

Variedad	Promedio	Duncan ( $p=0.05$ )
Oso Grande	4,19	A
Chandler	3,31	B

La evaluación estadística del diámetro de fruto para las variedades Oso Grande y Chandler (Cuadro 9), muestran que, se distinguen dos grupos y rangos bien diferenciados, Los frutos que presentaron mayor diámetro fueron para la variedad Oso Grande con promedio de 4,19 cm. correspondiente al primero grupo o rango (A); en tanto que, el menor diámetro se presentaron en los frutos correspondientes a la variedad Chandler, con promedio de 3,32 cm., ubicándose en el segundo grupo (B).

Cortez (2008), obtuvo para la misma variedad Chandler un diámetro de 2.99 cm y para la variedad Osos Grande un diámetro de 2.64 cm, bajo un manejo orgánico.

Guaygua (2005), indica que el diámetro del fruto se debe al vigor que adquiere las plantas al desarrollo en un sustrato humificado, donde las flores son grandes y el fruto desarrolle y cuaje satisfactoriamente.

**CUADRO 10.** Análisis de efectos simples para la variable diámetro del fruto.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Frec. (Oso Grande)	3	0,089	0,030	0,32	0,81081	NS
Frec. (Chandler)	3	4,813	1,604	17,49	0,00011	**
Var. (Testigo)	1	3,591	3,591	39,16	0,00004	**
Var. (Cada 7 días)	1	2,091	2,091	22,80	0,00045	**
Var. (Cada 15 días)	1	2,750	2,750	29,98	0,00014	**
Var. (Cada 30 días)	1	0,002	0,002	0,027	0,87222	NS
ERROR EXP	12	1,100	0,092			

\*\* Altamente significativo

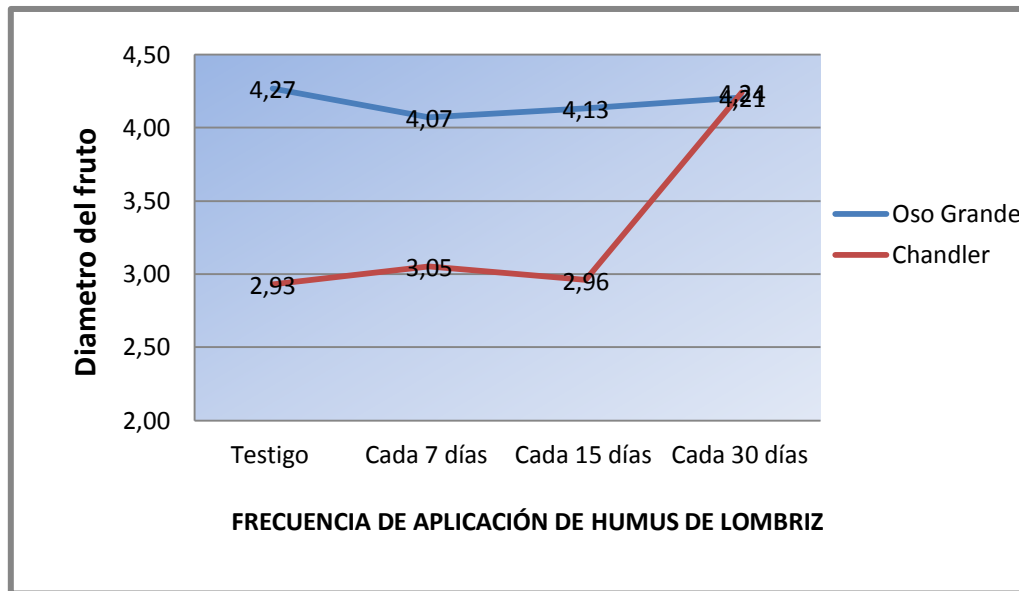
NS No Significativo

El análisis de efecto simple (Cuadro10), para la variable diámetro de fruto muestra que la variedad Oso Grande se comporta de manera similar dentro de cada frecuencia de aplicación de humus y también respecto al tratamiento testigo, este comportamiento estadísticamente es no significativo ( $p = 0.8108$ ). Con respecto a la variedad Chandler, de igual manera presenta diferencias altamente significativas ( $p=0.0001$ ) dentro de cada frecuencia de aplicación de humus.

El tratamiento testigo (sin aplicación de humus de lombriz) como se puede apreciar en el cuadro, se ve que existe diferencias altamente significativas ( $p=0.002$ ) con respecto a las variedades Oso Grande y Chandler. Estas variedades también presentan significancia aplicando humus de lombriz a los siete, quince con una probabilidad de  $p=0.0004$  y  $p=0,0001$ , respectivamente.

Las variedades Oso Grande y Chandler bajo aplicación de humus de lombriz cada treinta días, presentan un comportamiento similar, según el Cuadro 1 no existe diferencias estadísticas ( $p=0,872$ ).

**GRAFICA 2.** Comportamiento de las variedades de frutilla según sea la frecuencia de aplicación de humus referente al diámetro del fruto.



La gráfica 2, presenta el diámetro de fruto para cada frecuencia de aplicación de humus, en donde se registró que, la variedad Oso Grande en el tratamiento testigo fue significativamente mayor (4,27 cm.), en comparación con el diámetro de fruto que se obtuvo en la variedad Chandler (2,93 cm.). Aplicando humus de manera semanal, para ambas variedades de frutilla, se obtuvieron diferencias altamente significativas con promedios de 4,07 cm para la variedad Oso Grande y 3,05 cm para la variedad Chandler. Para el tratamiento de humus cada quince días se obtuvieron diámetros de 4,13 cm, para la variedad Oso Grande y de 2,96 cm par la variedad Chandler, según el Cuadro 10, estas diferencias son significativas. Sin embargo, para el tratamiento de humus cada treinta días, el comportamiento de la variedad Chandler fue no significativo en relación a la variedad Oso Grande ambos con un diámetro de 4,2 cm.

#### 4.1.4 Peso del fruto/planta

En el análisis de varianza (Cuadro 11), se puede apreciar que las diferencias entre bloques son significativas ( $p = 0.015$ ) llegando a controlar la heterogeneidad del ambiente con respecto a esta variable. La frecuencia de aplicación correspondiente a la parcela pequeña mostro alta significancia ( $p = 0.00$ ) y dentro de estas, el factor variedad reporto diferencias significativas ( $p= 0.041$ ). La interacción frecuencia de aplicación de humus y variedad fue altamente significativa ( $p=0.000$ ), los dos factores no son independientes, por lo que se procedió a realizar un análisis de efectos simples (Cuadro 14).

**CUADRO 11.** Análisis de Varianza para el Peso del fruto/planta.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Bloque	3	11287,08	3762,36	6,16	0,015 *
Frecuencia de aplicación de humus	3	643801,26	214600,42	351,08	0,000 **
Error A	9	5501,33	611,26		
Variedad	1	4313,04	4313,04	5,23	0,041 *
Frecuencia X Variedad	3	187853,65	62617,88	75,90	0,000 **
Error B	12	9900,45	825,04		
Total	31				

CV= 5,69%

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

El coeficiente de variación es de 5,69 %, que indica que los datos obtenidos son confiables y la variabilidad de las unidades experimentales fue mínima dentro de cada tratamiento.

**CUADRO 12.** Comparaciones de medias para el factor frecuencia de aplicación de humus en la variable, peso del fruto/planta.

Frecuencia de Aplicación de Humus	Promedio	Duncan ( $p=0.05$ )
Cada 7 días	745,75	A
Cada 30 días	458,54	B
Cada 15 días	427,99	B
Testigo	384,75	C

Mediante la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5% para el factor frecuencia de aplicación de humus de lombriz al evaluar el número de frutos por planta, se obtuvieron tres rangos de significación definidos (Cuadro 12). La aplicación de humus de lombriz cada siete días (A), reporto mayor peso de frutos por planta, al ubicarse en el primer rango con un promedio de 745,75 gr/planta; en tanto que, las aplicaciones de humus de lombriz cada treinta y quince días se encuentra en el segundo grupo (B) con un promedio de 458,54 y 427,99 gr/planta respectivamente. El menor número de frutos fue registrado por el testigo con promedios de 384,75 gr/planta, ubicado en el grupo (C).

La aplicación compuestos húmicos durante la fructificación, los ácidos húmicos estimulas la acumulación de pigmentos y ayuda a que las hojas tengan una mayor eficiencia fotosintética lo que ayuda a tener frutos de mayor calidad ya que en la etapa de fructificación hay mayores demandas de carbohidratos y nutrientes (Neri 2002). Además de que tiene efecto sobre los parámetros de calidad de frutos que se traduce en un aumento de la acidez, la conductividad eléctrica, los sólidos solubles y la vitamina C (Ramos 2000).

**CUADRO 13.** Comparaciones de medias para el factor variedad en la variable Peso del fruto/planta.

Variedad	Promedio	Duncan (p=0.05)
Oso Grande	515,85	A
Chandler	492,63	B

De acuerdo con la prueba de significancia de Duncan al 5% (Cuadro 13) para el factor variedad se obtuvo diferencias significativas entre las variedades de frutilla por lo que se distinguen dos rangos. En el primer rango (A), la variedad Oso Grande con un promedio de 515.85 gramos/planta y en el segundo rango (B) la variedad Chandler con un promedio de 492.63 gramos/planta.

Trabajos realizados anteriormente reportan rendimientos por planta de 364 gr utilizando humus de lombriz como fertilizante orgánico en la variedad Chandler

(Mendoza, 2006). Mientras que Cortez (1990), reporto rendimientos de 303.75 gr/planta para la variedad Osos Grande y 180.35 gr/planta para la variedad Chandler usando fertilizantes orgánicos.

**CUADRO 14.** Análisis de efectos simples para la variable Peso del fruto/planta.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Frec. (Oso Grande)	3	160847,61	53615,87	64,99	0,0000	**
Frec. (Chandler)	3	670807,30	223602,43	271,02	0,0000	**
Var. (Testigo)	1	3361,86	3361,86	4,07	0,0664	NS
Var. (Cada 7 días)	1	76473,74	76473,74	92,69	0,0000	**
Var. (Cada 15 días)	1	227,59	227,59	0,28	0,6090	NS
Var. (Cada 30 días)	1	112103,49	112103,49	135,88	0,0000	**
ERROR EXP	12	9900,446156	825,0371796			

\*\* Altamente significativo

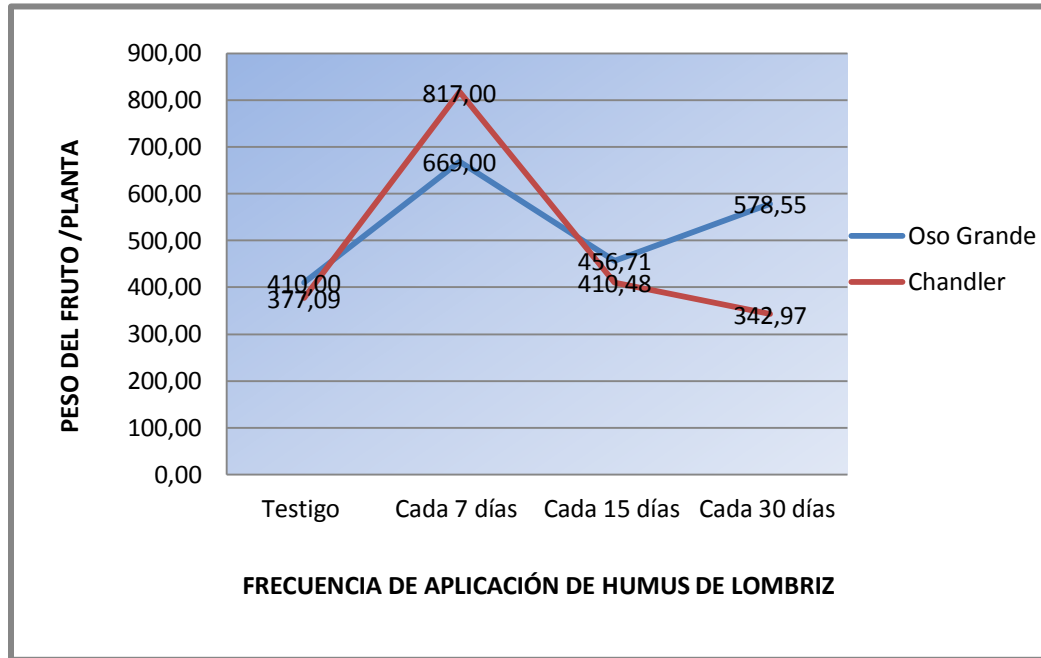
NS No Significativo

El análisis de efecto simple (Cuadro 14), para la variable peso del fruto/planta muestra que la variedad Oso Grande se comporta de manera diferente en cada frecuencia de aplicación de humus, a si también respecto al tratamiento testigo, estas diferencias son altamente significativas ( $p = 0.000$ ). Con respecto a la variedad Chandler, también presenta diferencias altamente significativas ( $p=0.00$ ) dentro de cada frecuencia de aplicación de humus.

Sin aplicación de humus de lombriz se puede apreciar que no existe diferencias significativas ( $p=0.0664$ ) con respecto a las variedades Oso Grande y Chandler. Sin embargo estas variedades presentan significancia alta aplicando humus de lombriz a los siete días ( $p=0.000$ ).

Aplicando humus de lombriz cada quince días se puede ver que no existe diferencias estadísticas significativas ( $p=0.6090$ ) con respecto a las variedades Oso Grande y Chandler. Las variedades son altamente significativas aplicando humus de lombriz a los treinta días ( $p=0.000$ ),

**GRAFICA 3.** Comportamiento de las variedades de frutilla según sea la frecuencia de aplicación de humus referido al peso del fruto/planta.



La Gráfica 3, presenta el peso del fruto por planta para cada frecuencia de aplicación de humus, registró que, la variedad Chandler con aplicó humus cada siete días fue significativamente mayor, en comparación con el peso del fruto que obtuvo la variedad Oso Grande. Aplicando humus de manera semanal, para ambas variedades de frutilla, se obtuvieron los más altos promedios 817,09 y 669,00 gramos/planta respectivamente. Sin embargo tanto para el tratamiento testigo como para las aplicaciones de humus a los 15 y 30 días el comportamiento de la variedad Chandler fue significativamente menor a la variedad Osos Grande.

Cimrin y Yilmaz (2005) citado por Ortuño (2010), afirman a que el aumento del peso del fruto es porque el humus contribuye a solubilizar los nutrientes para una asimilación más efectiva por la planta, por lo cual las soluciones húmicas son fuente potenciales para mejorar la nutrición de la planta. El tratamientos más bajos que se presento fue en la variedad Chandler sin aplicación de humus con un promedio de 377,09 gramos/planta; valor comparable a la Variedad Oso Grande que presenta un valor de 410 gramos/planta. El peso del fruto/planta es estadísticamente igual para ambas variables bajo un aplicación de humus cada quince días ambos con promedios de 456,7 y 410,48 gramos/planta. En cuanto a la frecuencia de aplicación



de humus de lombriz cada treinta días, se puede apreciar que ambas variedades se comportan de manera diferente, estas diferencias son altamente significativas, cuyos promedios son 578,55 para la variedad Oso Grande y 342,97 para la variedad Chandler.

Amaru, (2005), reporta para la variedad Chandler un promedio 121.42 gr/planta y para la variedad Oso Grande un promedio de 141.55 gr/planta en un estudio utilizando estiércol ovino como fertilizante. En el caso del testigo (sin aplicación de fertilizante), reporto promedios de 69.78 gr/planta para la variedad Chandler y mientras para la variedad Oso Grande 67.6 gr/planta.

#### 4.1.5 Numero de flores por planta

**CUADRO 15.** Análisis de Varianza para el número de flores por planta.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloque	3	55,34	18,45	10,70	0,0025	**
Frecuencia de aplicación de humus	3	1749,72	583,24	338,37	0,0000	**
Error A	9	15,51	1,72			
Variedad	1	56,10	56,10	24,55	0,0003	**
Frecuencia X Variedad	3	150,37	50,12	21,93	0,0003	*
Error B	12	27,43	2,29			
Total	31					

CV= 5,65%

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

En el análisis de varianza (Cuadro 15), se puede apreciar que las diferencias entre bloques son altamente significativas ( $p = 0.0025$ ), el diseño experimental ha sido aplicado de manera satisfactoria para esta variable. Para el factor frecuencia de aplicación correspondiente a la parcela grande mostro alta significancia ( $p = 0.00$ ) y dentro de estas, el factor variedad reporto diferencias altamente significativas ( $p = 0.0003$ ). La interacción frecuencia de aplicación de humus y variedad fue altamente significativa, los dos factores no son independientes, por lo que se procedió a realizar un análisis de efectos simples (Cuadro 18).

El coeficiente de variación fue de 5,56 %, que indica que los datos obtenidos son confiables y la variabilidad de las unidades experimentales fue mínima dentro de cada tratamiento.

**CUADRO 16.** Comparaciones de medias para el factor frecuencia de aplicación de humus en la variable número de flores por planta.

Frecuencia de Aplicación de Humus	Promedio	Duncan (p=0.05)
Cada 7 días	39	A
Cada 30 días	24	B
Cada 15 días	22	B
Testigo	21	B

Mediante la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5% para el factor frecuencia de aplicación de humus de lombriz al evaluar el número de flores por planta, se obtuvieron dos rangos de significación definidos (Cuadro 16). La aplicación de humus de lombriz cada siete días (A), reporto mayor número de flores por planta, al ubicarse en el primer rango con un promedio de 39 flores/planta; en tanto que, la aplicación de humus de lombriz cada treinta días se encuentra en segundo grupo (B) con un promedio de 24 flores/planta, al igual que la frecuencia de aplicación a los quince días que tiene un promedio de 22 flores/planta. El menor número de flores fue registrado por el testigo con promedios de 21 flores/planta.

**CUADRO 17.** Comparaciones de medias para el factor variedad en la variable número de flores por planta.

Variedad	Promedio	Duncan (p=0.05)
Oso Grande	28	A
Chandler	25	B

De acuerdo con la prueba de significancia de Duncan al 5% (Cuadro 17) para el factor variedad se obtuvo diferencias significativas entre las variedades de frutilla por lo que se distinguen dos rangos. En el primer rango (A), la variedad Oso Grande

con un promedio de 28 flores/planta y en el segundo rango (B) la variedad Chandler con un promedio de 25 flores/planta.

**CUADRO 18.** Análisis de efectos simples para la variable número de flores por planta.

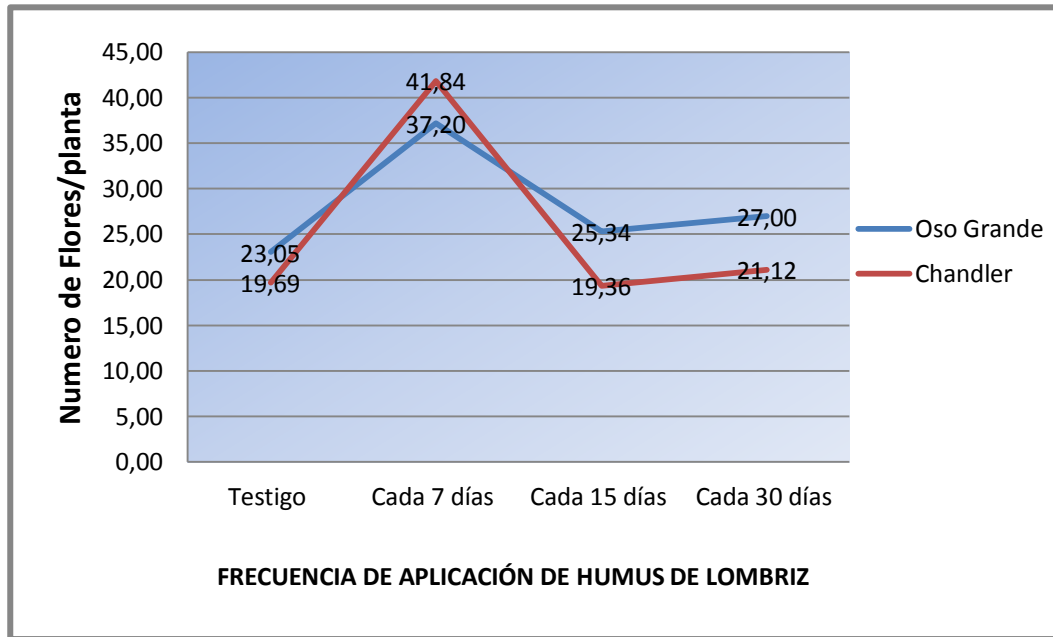
Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Frec. (Oso Grande)	3	468,90	156,30	68,38	0,0000	**
Frec. (Chandler)	3	1431,20	477,07	208,73	0,0000	**
Var. (Testigo)	1	22,61	22,61	9,89	0,0084	**
Var. (Cada 7 días)	1	43,01	43,01	18,82	0,0010	**
Var. (Cada 15 días)	1	71,52	71,52	31,29	0,0001	**
Var. (Cada 30 días)	1	69,33	69,33	30,331	0,0001	**
ERROR EXP	12	27,427	2,285			

\*\* Altamente significativo

El análisis de efecto simple (Cuadro18), para la variable número de flores/planta muestra que la variedad Oso Grande se comporta de manera diferente en cada frecuencia de aplicación de humus así también como para el testigo, estas diferencias son altamente significativas ( $p = 0.00$ ). Con respecto a la variedad Chandler, de igual manera presenta diferencias altamente significativas ( $p=0.00$ ) dentro de cada frecuencia de aplicación de humus.

Sin la aplicación de humus de lombriz se puede apreciar que existe diferencias altamente significativas ( $p=0.0084$ ) con respecto a las variedades Oso Grande y Chandler. Estas variedades también presentan significancia aplicando humus de lombriz a los siete, quince y treinta días con una probabilidad de  $p=0.001$ ,  $p=0,0001$ ,  $p= 0.0001$ , respectivamente.

**GRAFICA 4.** Comportamiento de las variedades de frutilla según sea la frecuencia de aplicación de humus referido al número de flores/planta.



La gráfica 4, presenta el número de flores por planta para cada frecuencia de aplicación de humus, en donde se registró que, la variedad Chandler con aplicación de humus cada siete días fue significativamente mayor, en comparación con el número de flores que obtuvo la variedad Oso Grande. Aplicando humus de manera semanal, para ambas variedades de frutilla, se obtuvieron los más altos promedios 41,84 y 37,20 flores/planta respectivamente, esto se debe a que el humus empleado contiene un porcentaje de potasio significativo contribuyendo a la floración y por ende al número de flores. Sin embargo tanto para el tratamiento testigo como para las aplicaciones de humus a los 15 y 30 días el comportamiento de la variedad Chandler fue significativamente menor a la variedad Osos Grande con promedios de 19,36 y 21,12 flores/planta respectivamente. El número de flores más bajos que se presentaron fueron en la variedad Chandler sin aplicación de humus (19,69 flores/planta). Haciendo una comparación de las dos variedades para cada tratamiento de humus, se puede observar tanto en el Cuadro 18 y la Grafica 4 las diferencias existentes entre estas son estadísticamente altas.

#### 4.1.6 Numero de hojas /planta

**CUADRO 19.** Análisis de Varianza del Número de hojas/planta.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Bloque	3	62,48	20,83	1,74	0,229	NS
Frecuencia de aplicación de humus	3	271,70	90,57	7,55	0,007	**
Error A	9	108,01	12,00			
Variedad	1	39,69	39,69	18,33	0,001	**
Frecuencia X Variedad	3	52,98	17,66	8,15	0,003	**
Error B	12	25,99	2,17			
<b>Total</b>	<b>31</b>					

CV= 7,01%

<sup>NS</sup> No significativo

\*\* Altamente significativo

En el análisis de varianza (Cuadro 19), se puede apreciar que las diferencias entre bloques no son significativas ( $p = 0.229$ ), el diseño perdió precisión. Para el factor frecuencia de aplicación correspondiente a la parcela grande mostro alta significancia ( $p = 0.007$ ) y dentro de estas, el factor variedad reporto diferencias altamente significativas ( $p = 0.001$ ). La interacción frecuencia de aplicación de humus y variedad fue altamente significativa, los dos factores no son independientes, por lo que se procedió a realizar un análisis de efectos simples (Cuadro 22).

**CUADRO 20.** Comparaciones de medias para el factor frecuencia de aplicación de humus en la variable Número de hojas/planta.

Frecuencia de Aplicación de Humus	Promedio	Duncan ( $p=0.05$ )
Cada 7 días	26	A
Cada 15 días	21	B
Cada 30 días	19	B
Testigo	17	B

Mediante la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5% para el factor frecuencia de aplicación de humus de lombriz al evaluar el número de hojas por planta, se obtuvieron dos rangos de significación definidos (Cuadro 20). La aplicación de

humus de lombriz cada siete días (A), reporto mayor número de hojas por planta, al ubicarse en el primer rango con un promedio de 25 hojas/ planta; en tanto que, la aplicación de humus de lombriz cada quince días se encuentra en segundo grupo (B) con un promedio de 21 hojas /planta, al igual que la frecuencia de aplicación a los treinta días que tiene un promedio de 19 hojas/ planta. El menor número de flore fue registrado por el testigo con promedios de 17 hojas/ planta.

La presencia de sustancias húmicas promueve el crecimiento, aumentando en número de brotes, mayor contenido de materia seca de hojas y tallos y raíces y aumento de la clorofila total, se ha encontrado que aumenta concentración foliar de clorofilas totales, a y b conforme crece la dosis de aplicación de sustancias húmicas (Ramos 2000). Además de que promueve un mayor contenido de carbohidratos y concentraciones de clorofila en hojas, brotes. Aumenta los niveles de fosforo y potasio en raíces así como también los niveles de calcio, magnesio y zinc en hojas. (Zachariakis, 2001).

**CUADRO 21.** Comparaciones de medias para el factor variedad en la variable Número de hojas/planta.

Variedad	Promedio	Duncan (p=0.05)
Chandler	22	A
Oso Grande	19	B

De acuerdo con la prueba de significancia de Duncan al 5% (Cuadro 21) para el factor variedad se obtuvo diferencias significativas entre las variedades de frutilla por lo que se distinguen dos rangos. En el primer rango (A), la variedad Oso Grande con un promedio de 22 hojas/planta y en el segundo rango (B) la variedad Chandler con un promedio de 19 hojas/planta.

Amaru, (2005), reporta para la variedad Chandler un promedio 60 hojas/planta y para la variedad Oso Grande un promedio de 45 hojas/planta en un estudio utilizando estiércol ovino como fertilizante.

**CUADRO 22.** Análisis de efectos simples para la variable Número de hojas/planta

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Frec. (Oso Grande)	3	251,31	83,77	38,68	0,0000	**
Frec. (Chandler)	3	73,37	24,46	11,29	0,0008	**
Var. (Testigo)	1	87,98	87,98	40,63	0,0000	**
Var. (Cada 7 días)	1	0,18	0,18	0,08	0,7780	NS
Var. (Cada 15 días)	1	3,80	3,80	1,75	0,2102	NS
Var. (Cada 30 días)	1	0,72	0,72	0,3325	0,5749	NS
ERROR EXP	12	25,987575	2,16563125			

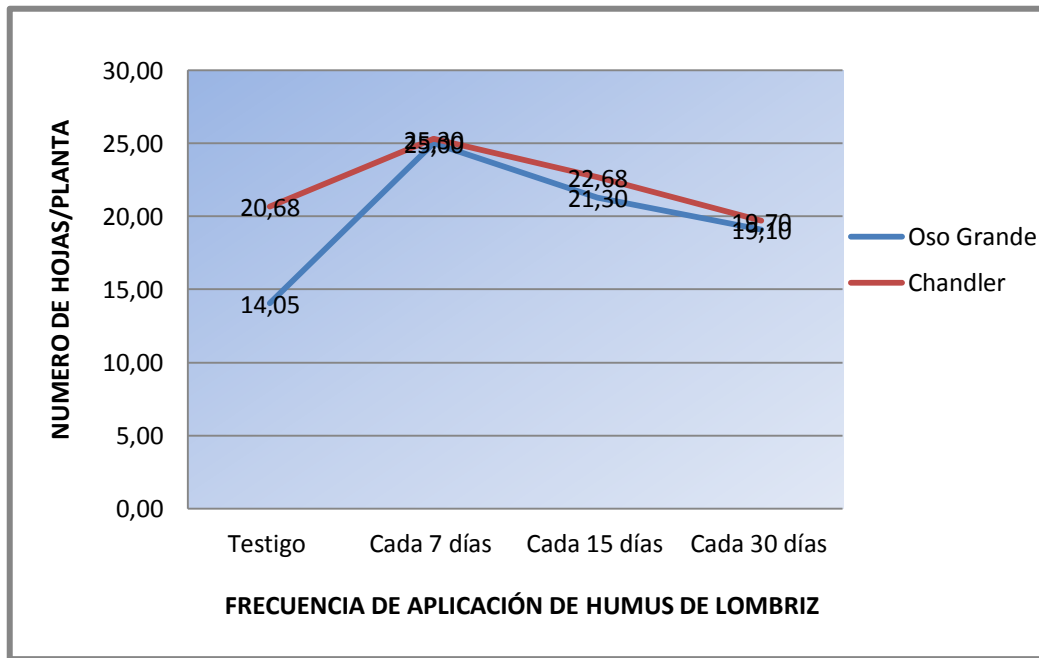
\*\* Altamente significativo

NS No Significativo

El análisis de efecto simple (Cuadro 22), para la variable número de hojas/planta, muestra que la variedad Oso Grande se comporta de manera diferente en cada frecuencia de aplicación de humus, así también para el testigo, estas diferencias son altamente significativas ( $p = 0.000$ ). Con respecto a la variedad Chandler, de igual manera presenta diferencias altamente significativas ( $p=0.0008$ ) dentro de cada frecuencia de aplicación de humus.

Sin aplicación de humus de lombriz se aprecia que existe diferencias altamente significativas ( $p=0.0084$ ) con respecto a las variedades Oso Grande y Chandler. Sin embargo estas variedades presentan diferencias no significativas aplicando humus de lombriz a los siete, quince y treinta días con una probabilidad de  $p=0.7780$ ,  $p=0,2102$ ,  $p= 0.5749$ , respectivamente.

**GRAFICA 5.** Numero de hojas por planta con respecto a la frecuencia de aplicación de frutilla.



La Gráfica 5, presenta el número de hojas por planta para cada frecuencia de aplicación de humus, en donde se registró que, la variedad Chandler con aplicación humus cada siete días, al igual que el número de hojas que se obtuvo en la variedad Oso Grande. Aplicando humus de manera semanal, para ambas variedades de frutilla, se obtuvieron los más altos promedios 25,30 y 25,00 hojas/planta respectivamente. Para las aplicaciones de humus a los 15 y 30 días el comportamiento de la variedad Chandler fue menor a la variedad Osos Grande con promedios de 21,3 y 19,10 hojas/planta respectivamente; para la variedad Oso Grande se obtuvo promedios de 22,68 y 19,7 hojas/planta respectivamente. En cada frecuencia la variación entre las variedades es no significativa, es decir, que ambas variedades se comporta estadísticamente de la misma manera para estas dos aplicaciones. El número de hojas más bajos que se presentaron fueron en la variedad Chandler sin aplicación de humus (14,05 hojas/planta) y es significativamente diferente con respecto a la variedad Chandler (20,68 hojas/planta).



#### 4.1.7 Rendimiento del fruto Kg/Ha

El análisis de varianza el efecto bloques (Cuadro 23), reporto diferencias estadísticas altamente significativas ( $p=0,002$ ) para la variable rendimiento del fruto, por ser significativa, se concluye que se ha logrado controlar la variación existente entre bloques y por ende la variación del ambiente con respecto a temperatura. El factor frecuencia de aplicación de humus, reporto diferencias altamente significativas para esta variable, la aplicación de humus en diferentes tiempo o frecuencias influyen de manera significativa en el rendimiento de frutilla. Las parcelas pequeñas donde se encuentra el factor variedad mostraron alta significancia ( $p=0,005$ ); así como también la interacción frecuencia de aplicación humus con las variedades ( $p=0,000$ ), los dos factores no son independientes, por lo que se procedió a realizar un análisis de efectos simples (Cuadro 26). El coeficiente de variación es de 4,29 %, indica, la confiabilidad de los datos y el buen manejo experimental.

**CUADRO 23.** Análisis de Varianza del Rendimiento del fruto en Kg/Ha.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
<b>Bloque</b>	3	23482213,91	7827404,64	12,37	0,002	**
<b>Frecuencia de aplicación de humus</b>	3	1076809468,65	358936489,55	567,46	0,000	**
<b>Error A</b>	9	5692743,77	632527,09			
<b>Variedad</b>	1	12292533,15	12292533,15	12,09	0,005	**
<b>Frecuencia X Variedad</b>	3	328094190,26	109364730,09	107,59	0,000	**
<b>Error B</b>	12	12197722,20	1016476,85			
<b>Total</b>	31					

CV= 4,29

\*\* Altamente significativo

La prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5% para el factor frecuencia de aplicación de humus, en el rendimiento del fruto, separo los promedios en cuatro grupos de significación bien definidos (Cuadro 24). El rendimiento del fruto con aplicación de humus cada siete días, reporto el mayor rendimiento, al reportar el promedio más alto de 31218,75 kg/ha, ubicado en el primer grupo (A); en tanto que, el menor rendimiento fue reportado por el tratamiento testigo, con un promedio de 16375,00 kg/ha, al ubicarse en el cuarto grupo (D).

**CUADRO 24.** Comparaciones de medias para el factor frecuencia de aplicación de humus en la variable Rendimiento en Kg/Ha.

Frecuencia de Aplicación de Humus	Promedio	Duncan ( $p=0.05$ )
Cada 7 días	31218,75	A
Cada 30 días	19517,36	B
Cada 15 días	18333,33	C
Testigo	16375,00	D

En el segundo (B) y tercer grupo (C), se ubican los rendimientos de fruto con frecuencia de aplicación de treinta y quince días con promedios de 19517,36 y 18333,33 Kg/Ha respectivamente.

Mendoza (2006), evaluó el efecto de abonos orgánicos en la producción de frutilla donde reporto un rendimiento de 32775.8 kg/ha utilizado humus de lombriz. Se puede afirmar que un beneficio de la lombricultura parece relacionarse con su efecto positivo sobre el crecimiento de la planta, debido a que el humus contiene una mayor actividad biológica y bacterias fijadoras de nitrógeno, así como también una concentración de auxinas provenientes de la descomposición de estiércol y turba. Posiblemente se deba a estas características que el humus de lombriz incremento el rendimiento de frutilla.

**CUADRO 25.** Comparaciones de medias para el factor variedad en la variable Rendimiento en Kg/Ha.

Variedad	Promedio	Duncan ( $p=0.05$ )
Oso Grande	21980,90	A
Chandler	20741,32	B

De acuerdo con la prueba de significancia de Duncan al 5% (Cuadro 25) para el factor variedad se obtuvo diferencias significativas entre las variedades de frutilla por lo que se distinguen dos rangos. En el primer rango (A), la variedad Oso Grande

con un promedio de 21980,90 kg/ha y en el segundo rango (B) la variedad Chandler con un promedio de 20741,32 kg/ha.

Estudios realizados por Ticona (2001), donde evaluó diferentes variedades de frutilla, reporto rendimientos en la variedad Osos Grande de 11764 kg/ha y para la variedad Chandler un rendimiento de 9610,7 kg/ha, trabajo realizado en un ambiente controlado.

Para Amaru (2005), donde evaluó variedades de frutilla en un manejo orgánico, reporto en la variedad Osos Grande un rendimiento de 11058,7 kg/ha y para la variedad Chandler un rendimiento 9485,9 kg/ha.

De acuerdo a las investigaciones realizadas por otros autores, se puede afirmar que el rendimiento de la variedad Oso Grande supera en número a la variedad Chandler, debido a que la Variedad Oso Grande presenta frutos de grueso calibre. Sin embargo estudios realizados por Mendoza (2006), utilizando abonos orgánicos descompuestos reporto en la variedad Chandler un rendimiento de 30467,90 kg/ha.

El análisis de efecto simple (cuadro 26), para la variable rendimiento kg/ha muestra que la variedad Oso Grande se comporta de manera diferente en cada frecuencia de aplicación de humus a si también respecto al tratamiento testigo, estas diferencias son altamente significativas ( $p = 0.00$ ). Con respecto a la variedad Chandler, de igual manera presenta diferencias altamente significativas ( $p=0.00$ ) dentro de cada frecuencia de aplicación de humus.

**CUADRO 26.** Análisis de efectos simples para la variable Rendimiento en Kg/Ha

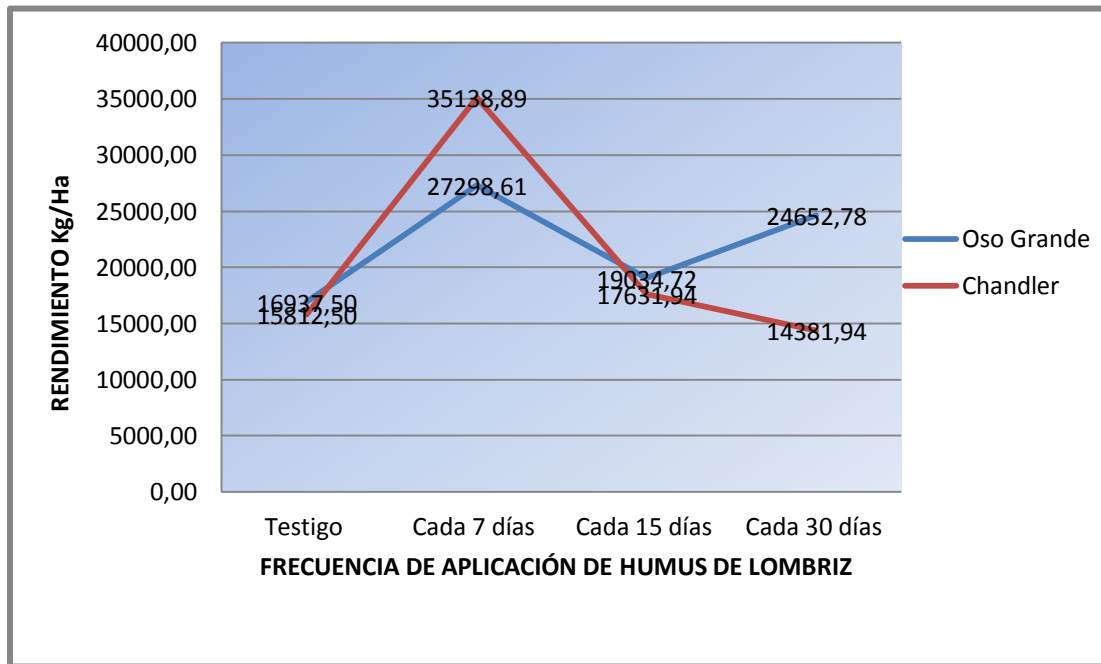
Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	
Frec. (Oso Grande)	3	278131281,915	92710427,305	91,21	0,00000	**
Frec. (Chandler)	3	1126772376,992	375590792,331	369,50	0,00000	**
Var. (Testigo)	1	2531249,676	2531249,676	2,49	0,14056	NS
Var. (Cada 7 días)	1	122939895,529	122939895,529	120,95	0,00000	**
Var. (Cada 15 días)	1	3935570,484	3935570,484	3,87	0,07271	NS
Var. (Cada 30 días)	1	210980007,717	210980007,717	207,56	0,00000	**
ERROR EXP	12	12197722,204	1016476,850			

\*\* Altamente significativo

<sup>NS</sup> No Significativo

El tratamiento testigo (sin aplicación de humus de lombriz) como se puede apreciar en el Cuadro 26, se ve que no existe diferencias significativas ( $p=0.1405$ ) con respecto a las variedades Oso Grande y Chandler. Estas variedades también no presentan significancia aplicando humus de lombriz a los quince días ya que la probabilidad de  $p=0.0727$  es mayor al 5% y 1% de significancia.

**GRAFICA 6.** Comportamiento de las variedades de frutilla según sea la frecuencia de aplicación de humus referente al rendimiento Kg/ha.



Las variedades Oso Grande y Chandler bajo una aplicación de humus de lombriz cada siete días, presentan un comportamiento similar, según en Cuadro 26 no existe diferencias estadísticas ( $p=0,000$ ). Estas variedades no presentan diferencias significativas ( $p=0,000$ ) bajo una aplicación de humus cada quince días.

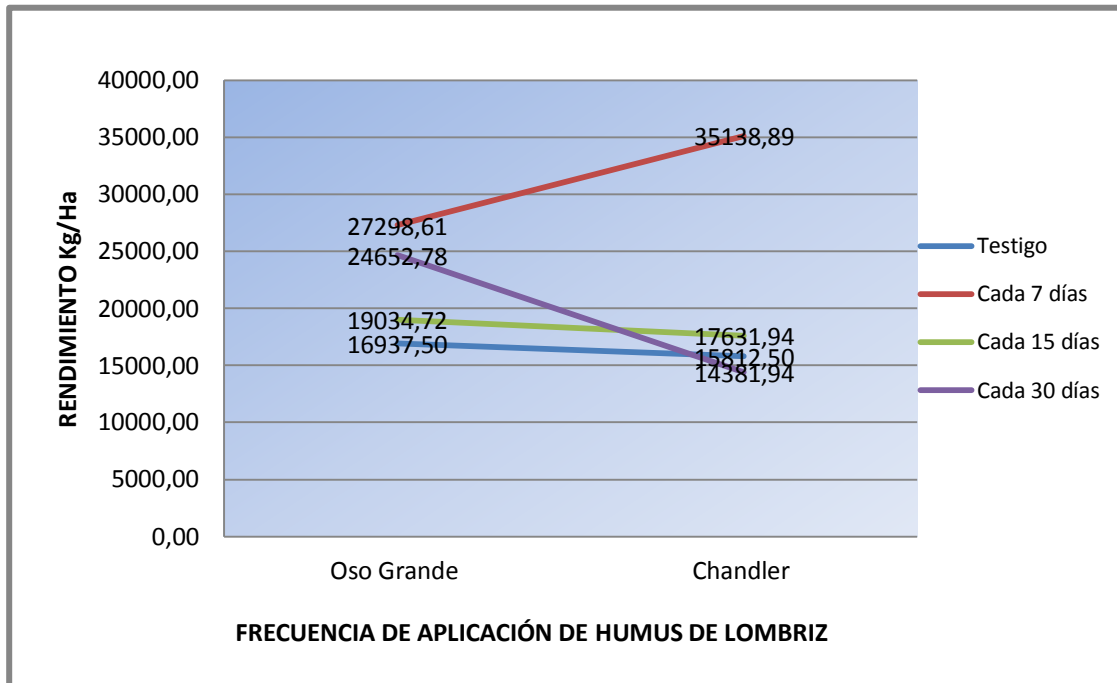
La Gráfica 6, presenta el rendimiento del fruto de cada variedad bajo el efecto de diferentes frecuencia de aplicación de humus, en donde se registró que, la variedad Chandler donde se aplicó humus cada siete días fue significativamente mayor, en comparación con el rendimiento de frutos que obtuvo la variedad Oso Grande. En el análisis de comparación de medias (Cuadro 25), la variedad Oso Grande presento el mayor rendimiento, pero al interactuar con el factor frecuencia de aplicación cada

siete días reduce su rendimiento de manera significativa. Aplicando humus de manera semanal, para ambas variedades de frutilla, se obtuvieron los más altos promedios 35138,89 y 27298,61 kg/ha respectivamente. Sin embargo tanto para el tratamiento testigo como para las aplicaciones de humus a los 15 días el comportamiento de la variedad Chandler no fue significativamente diferente a la variedad Oso Grande, ambos con promedio de 16937,5 (variedad Oso grande) y 15812,5 kg/ha (variedad Chandler) para el testigo; 17631,94 (variedad Oso grande) y 19034,72 (variedad Chandler) kg/ha para la frecuencia de aplicación cada quince días. El tratamientos más bajos que se presento fue en la variedad Chandler aplicando humus a los 30 días (14381,94 Kg/ha).

Amaru, (2005), reporta para la variedad Chandler un rendimiento de 10000 kg/ha y para la variedad Oso Grande un promedio de 15000 kg/ha en un estudio utilizando estiércol ovino como fertilizante. En el caso del testigo (sin aplicación de fertilizante), reporto un promedio de 5025 kg/ha para la variedad Chandler, mientras que para la variedad Oso Grande reporto un promedio de 5100 kg/ha.

Un estudio sobre fertilizantes orgánicos en California encontró gran variabilidad en la disponibilidad de nitrógeno de diferentes fuentes de fertilizantes. Durante tres a cuatro semanas, el nitrato del suelo del abono mantuvo los niveles de nitrógeno en las cantidades adecuadas (50 a 75 ppm), y luego los disminuyó a los niveles naturales del suelo que es por debajo de los 10 ppm. Por lo tanto, este autor indica que se necesita fertilización suplementaria para mantener el cultivo durante la temporada. Los productores de fresas que utilizan el sistema anual deben depender de fertilizantes orgánicos solubles aplicados a través de líneas de riego por goteo, Gaskell (2004) citado por NCAT (2007). Los resultados obtenidos aplicando humus a una menor frecuencia de aplicación, permiten tener elementos nutritivos disponibles de manera constante para la planta, este cultivo requiere de nutrientes a causa de que produce frutos durante todo el ciclo productivo de la planta.

**GRAFICA 7.** .Comportamiento de las frecuencias de aplicación de humus según sea la variedad de frutilla referente al rendimiento en Kg/ha



Del análisis de varianza para el estudio de los efectos simples de la interacción (Cuadro 26) se deduce que hay probadas diferencias entre los efectos de las frecuencias de aplicación de humus en la variedad Osos Grande pues la probabilidad obtenida es menor a los niveles de significancia de 5 % y 1%. El mismo caso se presenta entre las frecuencias de aplicación de humus en la variedad Chandler, esto se puede ver de más ampliamente en la Grafica 7.

A si también hay diferencias significativas en el comportamiento de las variedades de frutilla a cada frecuencia de aplicación de humus de lombriz. En el Grafico 8 se nota que la diferencia de efecto del testigo y la frecuencia de aplicación cada quince días ha sido similar tanto en la variedad Oso Grande como en la variedad Chandler; en cuanto la frecuencia de aplicación cada treinta días el comportamiento del rendimiento desciende más para la variedad Chandler en contraste con las anteriores frecuencias; mientras tanto que la frecuencia de aplicación cada siete días tubo efecto contrario, se ve un incremento para la variedad Chandler.

#### **4.1.8 Evaluación del Rendimiento semanal**

Como se observa en el Anexo 11 se ve diferencias claras entre tratamiento, el tratamiento que destaca en producción es el tratamiento en donde se aplica humus de lombriz cada siete días, el cual tuvo un efecto en el rendimiento para la variedad Oso Grande, incrementando el mismo. En la gráfica se observa que la producción de frutilla es casi constante bajo este tratamiento con un incremento en el mes de Enero de aproximadamente 1,19 kg/mes. En cambio aplicando humus cada quince días se observa semanas en las que el rendimiento aumenta y semanas en las que decrece, la época en donde la producción se eleva son en los meses de Enero y Febrero produciendo 0.723 kg/mes. Para la aplicación de humus cada treinta días, se presenta una gráfica en donde se ve picos elevados en cuanto a la producción, según el cronograma de aplicación del humus, el efecto del fertilizante referido al rendimiento se ve al transcurrir un semana o dos después de aplicado el humus, es decir que la planta aprovecha la mayor cantidad de nutrientes incrementando la producción en durante la semana, para luego ir decreciendo hasta la siguiente aplicación su máximo rendimiento se ve en los meses de Enero con 0.7 kg/ mes. El tratamiento testigo se comporta de manera distinta a los demás tratamientos, según la gráfica la mayor producción se registra en los meses de Enero con un producción de 5.8 kg/mes.

El Anexo 11 muestra el comportamiento productivo de la frutilla, en este caso para la variedad Chandler, se observa un comportamiento similar a la que se vio para la variedad Oso Grande. En la aplicación de humus cada siete días tiene un rendimiento casi constante, su máximo rendimiento fue en el mes de Enero con un producción de 1.83 kg/mes. El efecto de la aplicación de humus cada quince días provocó una producción con altas y bajas llegando su máximo en el mes de Enero produciendo 0.67 kg/mes. En la aplicación de humus cada treinta días, provocó unos picos altos de producción cada mes dando su máximo rendimiento en el mes de Enero produciendo 0,6 kg/mes. El tratamiento testigo alcanzo su rendimiento máximo de 0,57 kg/mes en el mes de Enero.

## 4.2 Análisis económico

Los tratamientos evaluados durante el ensayo se sometieron a un análisis económico Beneficio/Costo, para determinar la rentabilidad de los diferentes tratamientos y conocer cual tratamiento presenta mayor costo para el productor, a fin de recomendar esta práctica para la producción de frutillas, conforme a los objetivos y perspectivas de los productores.

Para la determinación de los costos parciales, se presentan en los costos variables (Anexo 9) de la mano de obra, los costos fijos de producción (Anexo 10) fueron ajustados para seis meses del ciclo de producción. Estos costos varían de acuerdo al costo de mano de obra en la aplicación de humus.

**CUADRO 27.** Rendimiento de la frutilla (kg/ha).

DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTO							
	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>
Rendimiento en Fruta fresca	16937,49	15812,49	27298,6	35138,88	19034,72	17631,94	24652,77	14381,94

Teniendo el kilo de frutilla con un costo de 16 bolivianos, que fue un parámetro para el cálculo del beneficio bruto en Bs/Ha como se observa en el Cuadro 28. En el Cuadro 27 se observa el rendimiento de frutilla en Kg/Ha.

**CUADRO 28.** Beneficios Brutos.

DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTO							
	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>
Rendimiento	16937,49	15812,49	27298,6	35138,88	19034,72	17631,94	24652,77	14381,94
Beneficio Bruto	287937,3	268812,3	464076,2	597361	323590,2	299743	419097,1	244493

**Nota:** El precio de la fruta fresca para la venta es de 16 Bs/kg



**CUADRO 29.** Beneficios Netos y Relación B/C.

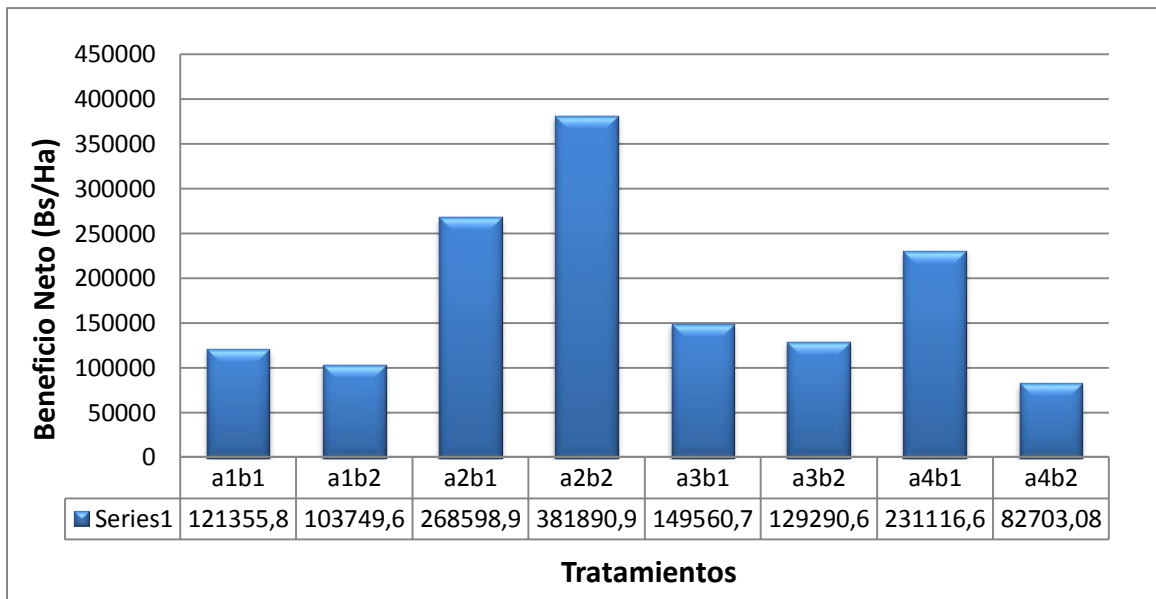
DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTO							
	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>
<b>Beneficio Bruto</b>	287937,48	268812,48	464076,35	597361,07	323590,25	299743,03	419097,19	244493,04
<b>Costo de Producción</b>	123391	124741	125866	125866	125491	125491	125116	125116
<b>Costo Unitario Bs/Kg.</b>	7,28	7,89	4,61	3,58	6,59	7,11	5,07	8,70
<b>Beneficio Neto Bs/Ha</b>	121355,84	103749,59	268598,90	381890,90	149560,72	129290,57	231116,61	82703,07
<b>Relación B/C</b>	0,98	0,83	2,13	3,03	1,19	1,03	1,84	0,66

Como se observa en el Cuadro 29, los menores costos los presentaron los tratamientos a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> (Oso Grande y Chandler bajo aplicación de humus cada siete días) y a<sub>4</sub>b<sub>1</sub> (Oso Grande bajo aplicación de humus cada treinta días) con un costo unitario de bolivianos 4.61, 3.58 y 5.07 respectivamente.

Si hacemos una comparación Beneficio/Costo (Cuadro 29) por cada tratamiento, tomando en cuenta el precio en el mercado para un kilo de frutilla producida orgánicamente equivale a 17 bolivianos.

En frutillas producidas mediante fertilización con humus se tiene el mayor beneficio neto, los mismos son más aceptados por el comprador debido que los frutos presentan buenas características organolépticas como ser sabor (dulce) color (rojo pintón) y olor (fragancioso). El tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> (variedad Chandler con fertilización cada siete días) se tuvo una ganancia de 3,03 bolivianos por cada boliviano invertido, siendo el tratamiento de mayor beneficio/costo. Los menores beneficios/costo fueron de 0.66 bolivianos por cada unidad invertida, correspondiente al tratamiento a<sub>4</sub>b<sub>2</sub> (Variedad Chandler bajo aplicación de humus cada treinta días) y de 0,83 bolivianos por cada boliviano invertido correspondiente al tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> (Variedad Chandler sin aplicación de humus).

**GRAFICO 9.** Beneficios Netos (Bs/ha).



Como se puede ver en el Grafico 9, los tratamiento en donde se aplica una fertilización de humus cada siete días, presentan mayor beneficio neto, con valores de a<sub>2b2</sub> (Variedad Chandler) con el que se obtuvo mayor beneficio neto con un valor de bolivianos 381890,0, esto se debe a que la aplicación de humus cada siete días no incremento un costo significativo en los costos totales.

## **5. CONCLUSIONES**

La variedad Osos Grande obtuvo los más altos rendimientos por hectárea, con un promedio de 21980,9 kg/ha.

La frecuencia de aplicación de humus influyó en el rendimiento de frutilla, al aplicar humus cada siete días, el peso de fruto no variaba de manera significativa a diferencia de los demás tratamientos. Aplicando humus cada siete días se logró un rendimiento de 31218,75 kg/ha.

Los tratamientos en los que se utilizó una frecuencia de aplicación cada siete días ( $a_2b_1$  y  $a_2b_2$ ), manifestaron en general el mejor comportamiento sobre las variables agronómicas evaluadas en la producción de frutilla en condiciones de invernadero. En la variedad Osos Chandler se obtuvo un rendimiento de 27298,6 kg/ha y para la variedad Chandler un rendimiento de 35138,88 kg/ha.

En el número de frutos/planta, la frecuencia de aplicación de humus cada siete días logró un promedio de 33 frutos/planta que es la mayor cantidad de frutos comparando con los demás tratamientos. La variedad con mayor número de frutos/planta es la variedad Oso Grande con 25 frutos/planta. La frecuencia de aplicación de humus cada siete días tuvo un efecto significativo en la variedad Chandler con 35.33 frutos/planta.

La aplicación de humus a diferentes frecuencias de aplicación no logró un efecto significativo en la longitud del fruto en las variedades estudiadas. La mayor longitud fue de 4.25 cm reportada por la variedad Oso Grande con aplicación de humus cada 30 días.

Para el diámetro del fruto, la frecuencia de aplicación de humus cada treinta días logró un promedio de 4,24 cm que es el mayor diámetro de frutos en comparación con los demás tratamientos. La variedad con mayor diámetro es la Oso Grande con un diámetro de 4.19 cm. La variedad Oso Grande fue la de mayor diámetro con 4,27 cm, variedad en la cual no se aplicó humus de lombriz.

El peso del fruto/ planta, la frecuencia de aplicación de humus cada siete días logro un promedio de 745,75 gr/planta que es el mayor peso de frutos comparando con los demás tratamientos. La variedad con mayor peso de fruto/planta es la Oso Grande con 515,85 gr/planta. La frecuencia de aplicación de humus cada siete días tuvo un efecto significativo en la variedad Chandler con 817,00 gr/planta.

En el número de flores/planta, la frecuencia de aplicación de humus cada siete días, logro un promedio de 39 flores/planta que es la mayor cantidad de flores en comparación con los demás tratamiento. La variedad con mayor número de flores/planta es la Oso Grande con 29 flores/planta. La frecuencia de aplicación de humus cada siete días tuvo un efecto significativo en la variedad Chandler con 41 flores/planta.

En el número de hojas/planta, la frecuencia de aplicación de humus cada siete días logro un promedio de 26 hojas/planta que es la mayor cantidad de hojas comparando con los demás tratamientos, La variedad con mayor números de hojas/planta es la Chandler con 22 hojas/planta. La frecuencia de aplicación de humus cada siete días tuvo un efecto significativo en la variedad Chandler con 25 hojas/planta.

El tratamiento  $a_2b_2$  (Variedad Chandler con aplicación de humus cada 7 días) fue el económicamente más rentable ya que presentó un beneficio neto de 381890,90 bolivianos, superior al presentado por el tratamiento testigo para la misma variedad (sin aplicación de humus) el cual obtiene un beneficio neto de 103749,59 bolivianos. De igual manera refiriéndose al beneficio Costo, la variedad Chandler con aplicación de humus cada siete días obtuvo el mayor valor de 3,03 lo indica que por cada boliviano que se invierte este recupera lo invertido, además de un retorno de 2,03 bolivianos.

## **6. RECOMENDACIONES**

Evaluar tratamientos utilizando humus de lombriz líquido ya sea foliar o bajo fertirriego y ver si los efectos son comparables a los obtenidos en esta investigación, determinando su efecto sobre el comportamiento productivo para el cultivo de frutilla.

Las variedad Chandler y la variedad Oso Grande son variedades de día corto, solo da frutos en verano y entra en dormancia en invierno, se recomienda hacer evaluaciones con otras variedades de frutilla que den rendimientos todo el año y ver si los mismos son superiores a las variedades estudiadas.

Una variable que no fue tomada en cuenta en este estudio él es crecimiento radicular, las raíces tiendes a crecer buscando nutrientes disponibles en el suelo. Sería bueno observar si este crecimiento se concentra en áreas donde se aplica el fertilizante orgánico.

Un factor técnico que no se pudo controlar de manera satisfactoria fue la temperatura, a lo largo de la investigación se presentó temperaturas superiores a los 25 °C, temperatura óptima para la maduración de fruto, esta altas temperaturas afectaron en la sobre maduración y posteriormente en la pudrición del fruto. Se recomienda buscar formas de atenuar la temperatura principalmente en áreas como la Ciudad de El Alto, ya que por el clima dentro del invernadero se presentan cambios bruscos de temperatura.

De acuerdo al estudio realizado, se recomienda al productor, utilizar la variedad Chandler bajo fertilización orgánica de humus de lombriz con una aplicación semanal ya que en la evaluación realizada se obtuvo el más alto rendimiento. Esta variedad tiene buenas características de tamaño, color sabor, pero con una desventaja en la consistencia, se debe tener cuidado al momento del transporte.

## **7. BIBLIOGRAFIA**

- Albrecht Benzing. 2001. Agricultura Orgánica. Fundamentos para la Región Andina. Editorial Neck-Verlao. Alemania.
- Ávila, Juan Fose. 2006. Economía. Editorial Umbral S.A. México. 149 p.
- Blanco, 2011. Análisis de la Agricultura Urbana y Propuesta de Política Pública para el Municipio de El Alto. Tesis para optar el Grado de Maestría. El Alto – Bolivia. 129 p.
- Calzada Benza, J. 1970. Métodos estadísticos para la investigación. Edit. Jurídica S.A. Lima. Perú.
- CEFODCA (Centro de Fomento para el Desarrollo Cooperativo Agropecuario), 1995. Lombricultura y Suelos Bióticos. Ing. Walter Ocsa M. La Paz-Bolivia. 13 p.
- Centro de Lombricultura, 1995. Humus de Lombriz. Boletín Informativo. Santa Cruz – Bolivia. 9 p.
- Cortez. G. 2008. Comportamiento Agronómico de Variedades de Frutilla (*Fragaria virginiana Duch*) bajo niveles de Fertilización Orgánica en Sistema Walipini. Tesis para optar el Grado de Licenciatura para Ingeniero Agrónomo. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 95 p.
- Corzo, R. 1990. Cultivo de la frutilla y sus recomendaciones. MACA. PRIV. Punata. Cochabamba-Bolivia. 11.p.
- FAO, 2006. *Sistematización de proyectos de agricultura urbana y periurbana*. Proyecto FAO: “*Micro-Jardines Populares en El Alto – Bolivia*”.
- FAO, 2009. *La agricultura urbana y periurbana*. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago.

FAO, 2012. Economía (en línea). Consultado 15 de Octubre del 2012. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/W7452S/w7452s05.htm>.

Flores Amaru X. 2005, Comportamiento Agronómico de la Producción de Variedades de Frutilla (*Fragaria sp.*) bajo Fertilización Orgánica e Inorgánica en Ambiente Atemperado. Tesis para optar el Grado de Licenciatura para Ingeniero Agrónomo. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 90 p.

Folquer, Fausto. 1986. La frutilla o fresa. Estudio de la planta y su producción comercial. 1ed. Argentina, Hemisferio Sur. 184 p.

Gros André, 1992. Guía Práctica de la Fertilización. Octava Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid-España. Pág. 45-170.

Guaygua. D. 2003. Evaluación de tres sustratos en Combinación con el Polímero Hidroabsorventes en Producción Vertical en Frutilla en Invernadero. Tesis para optar el Grado de Licenciatura para Ingeniero Agrónomo. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 50 p.

IBTA (Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria), 1994. Cultivo de Frutilla. Boletín Informativo. Número 1537. La Paz-Bolivia. 17 p.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura), 1999. Lombricultura y Abonos Orgánicos. Simposium Internacional de Lombricultura. México. Pág. 20-40.

INE, 2008. Encuesta Nacional Agropecuaria. Superficie Cultivada, Producción y Rendimiento. Bolivia. p 51 y 83.

Infoagro, 2012. Cultivo de frutilla (en línea). Consultado 17 de Abril del 2012. Disponible en <http://www.infoagro.com/abonos.asp>

INIA, 2004. Ing. Agr. Esteban Vicente. Cultivares de Frutilla. Boletín Informativo. Difusión N° 374. Uruguay. 8p.

INTA, 2007. Ing. Agr. Eduardo Miserendino. FRUTILLA: Implantación del cultivo bajo cubierta. Boletín Científico. Argentina. 48p.

Juscafresa Baudilio.1998, Como Cultivar Fresas, Fresones y Tomates. Cuarta Edición. Editorial AEDOS. Barcelona – España. Pág. 14-155.

Mendoza. 2006. Efectos de Abonos Orgánicos en la Producción de Variedades de Frutilla (*Fragaria sp*) en condiciones Controladas. Tesis para optar el Grado de Licenciatura para Ingeniero Agrónomo UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 88p.

NCAT (Especialistas Agrícolas del Centro Nacional de Tecnología Apropiada), 2007. Fresas: Producción Orgánica. Revista Vers. Nº 92409. California-EE.UU 32 p.

Pérez, José Luis. 1972. Cultivo del Fresón. Publicación de Extensión Agraria. Madrid-España. 16 p.

Perrin, R. 1988. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo - CIMMYT. México D.F., México. 53 p.

Sapag Chain, N y R. 2007. Preparación y Evaluación de Proyectos. Editorial Mcgraw-hill Interamericana.p

Schuldt, Miguel. 2006. Lombricultura. Segunda Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid-España. Pág. 13-15.

Soria, F. 1993. Control de Plagas y Enfermedades en productos naturales en cultivos verticales de la fresa en invernadero. Tesis para optar el Grado de Licenciatura para Ingeniero Agrónomo. UMSS. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Cochabamba- Bolivia. 100 p.

Stolk, Ernesto. 1963. La Fresa. Serie de cultivos. Folleto Nº6. Caracas. 8p.



Ticona. V. 2002. Comportamiento de tres variedades de Frutilla (Fragaria sp) en diferentes Métodos de Cobertura Aplicados al Suelo bajo carpa Solar. Tesis para optar el Grado de Licenciatura para Ingeniero Agrónomo. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 107 p.

Zamora Francisco, Tratado de Teoría Económica, 4a. Edición, Fondo de Cultura Económica, editado en 1959.

**ANEXOS**

## ANEXO 1. Localización del área experimental



FUENTE: GMLP, 2011

**ANEXO 2.** Toma de muestra del fruto en la cosecha



**ANEXO 3.** Elaboración del sustrato



**ANEXO 4.** Medición de la Longitud del Fruto.



**ANEXO 5.** Medición del Diámetro del Fruto



**ANEXO 6.** Producción de Humus de Lombriz.

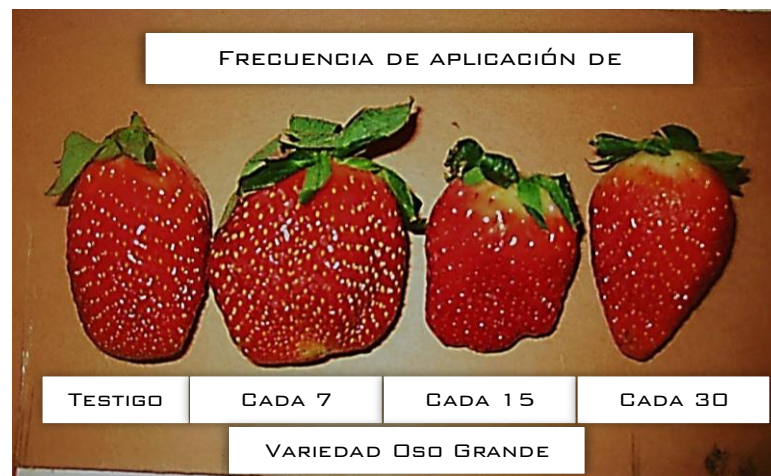




**ANEXO 7.** Comparación de del fruto de la variedad Chandler para cada frecuencia de aplicación de humus de lombriz.



**ANEXO 8.** Comparación de del fruto de la variedad Oso Grande para cada frecuencia de aplicación de humus de lombriz.



**ANEXO 9.** Comparación del fruto de cada variedad



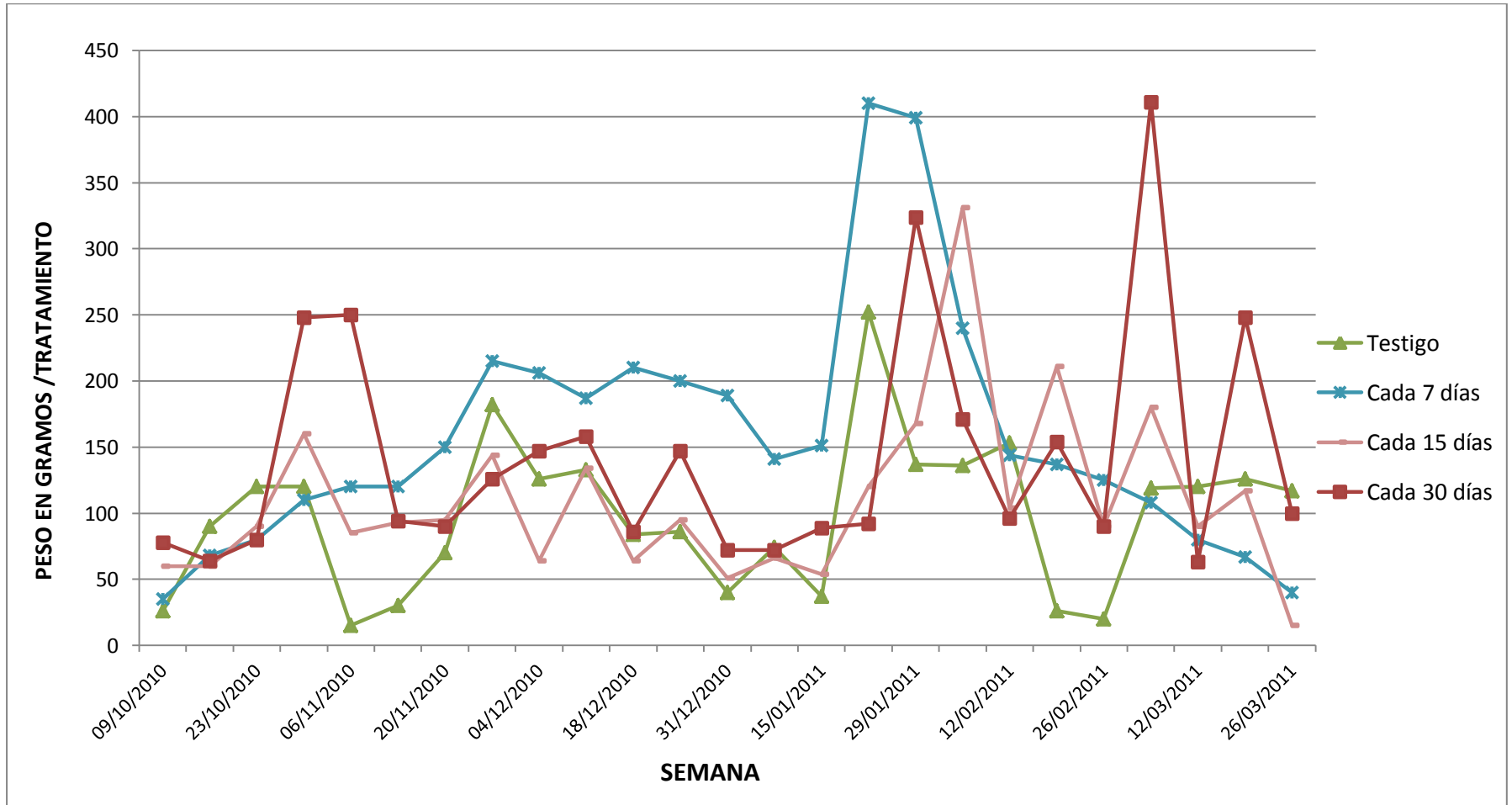
**ANEXO 10. Costos Variables: Mano de Obra en la Producción de Frutilla**

DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Bs)	Tratamiento								
				a1b1	a1b2	a2b1	a2b2	a3b1	a3b2	a4b1	a4b2	
<b>A. Preparación del suelo</b>												
Remoción	Jornal	25	30	750	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Rastrado y Nivelado	Jornal	10	30	300	600	600	600	600	600	600	600	600
<b>B. Plantación</b>												
Transplante	Jornal	20	30	600	600	600	600	600	600	600	600	600
Refallo	Jornal	5	30	150	150	150	150	150	150	150	150	150
<b>C. Colocado de cobertura</b>												
Cobertura de Plástico	Jornal	5	25	125	125	125	125	125	125	125	125	125
<b>D. Sistema de Riego</b>												
Instalación de Cintas	Jornal	10	25	250	250	250	250	250	250	250	250	250
<b>E. Labores Culturales</b>												
Riego	Jornal	5	25	125	125	125	125	125	125	125	125	125
Aplicación de Abono Orgánico												
<i>Sin Aplicación</i>	Jornal	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cada semana</i>	Jornal	45	25			1125	1125					
<i>Cada dos semanas</i>	Jornal	30	25					750	750			
<i>Cada mes</i>	Jornal	15	25							375	375	
<i>Control fitosanitario</i>	Jornal	10	25	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Poda de Hojas secas	Jornal	9	25	225	225	225	225	225	225	225	225	225
Control de malezas	Jornal	8	25	200	200	200	200	200	200	200	200	200
<b>F. Comercialización</b>												
Cosecha	Jornal	145	25	3625	3625	3625	3625	3625	3625	3625	3625	3625
Selección y empaque	Jornal	20	25	500	500	500	500	500	500	500	500	500
<b>TOTAL</b>				<b>7100</b>	<b>8450</b>	<b>9575</b>	<b>9575</b>	<b>9200</b>	<b>9200</b>	<b>8825</b>	<b>8825</b>	

El agricultor cosecha aproximadamente 50kg/Jornal

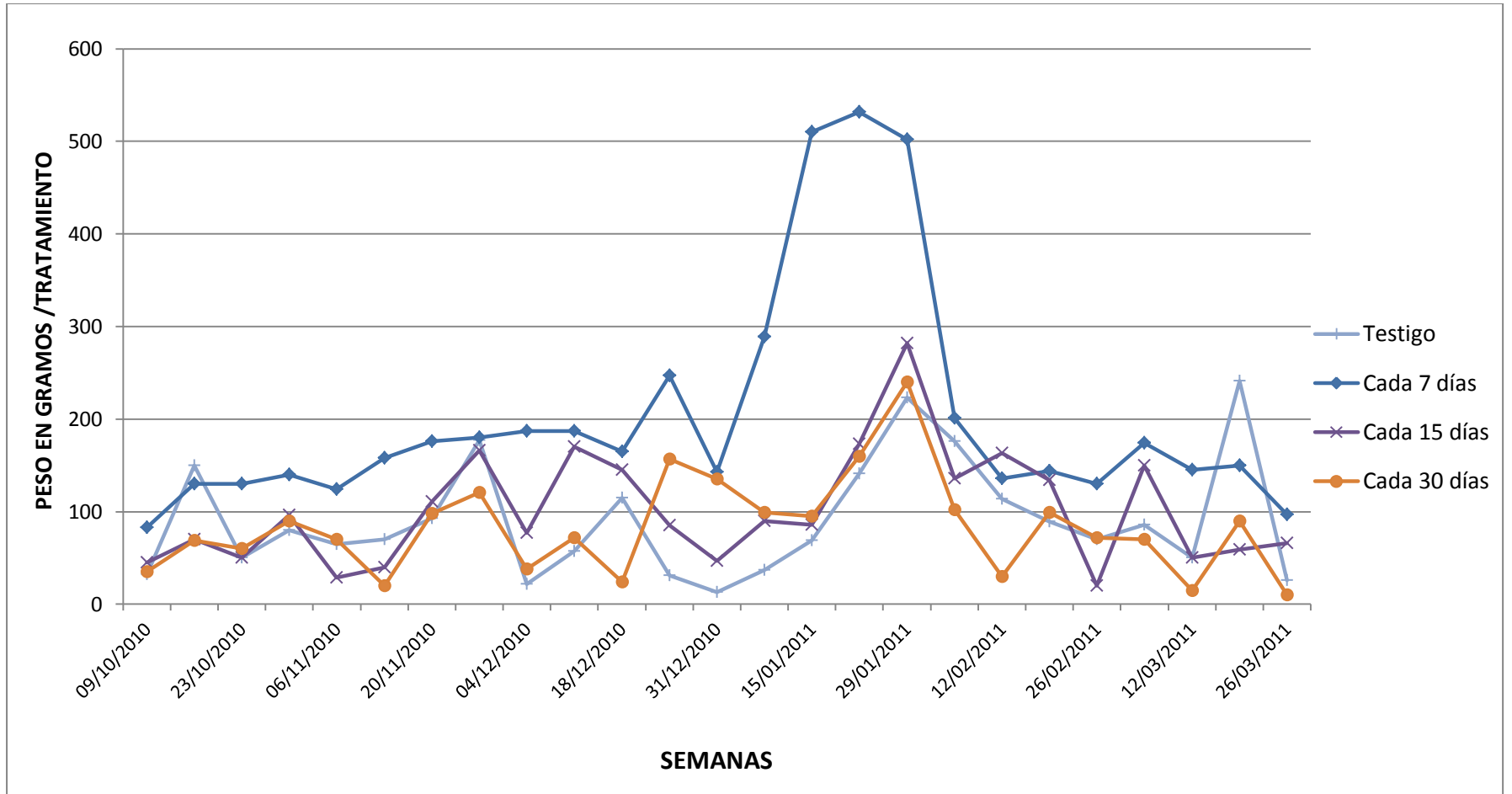


**ANEXO 12.** Evaluación del rendimiento de frutilla bajo diferentes frecuencias de aplicación de humus con respecto al testigo para la variedad Oso Grande.

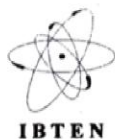




**ANEXO 13.** Evaluación del rendimiento de frutilla con diferentes frecuencias de aplicación de humus con respecto al testigo para variedad Chandler.



## ANEXO 14. Análisis Químico del Humus de Lombriz.



### MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDAD DE ANALISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

## ANALISIS QUIMICO DE HUMUS

INTERESADO : **SONIA KATTY MAMANI HUALLPA**  
PROCEDENCIA : **Departamento LA PAZ, Prov. MURILLO,**  
**Lugar EL ALTO.**

NUMERO DE SOLICITUD : **179 / 2012**  
FECHA DE RECEPCION : **24 / Agosto / 2012**  
FECHA DE ENTREGA : **10 /Septiembre /2012**  
N° Factura : **5653 / 2012**

PRODUCTO : **MUESTRA DE HUMUS**

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
462-01 /2012	Nitrógeno	2,35	% N	Kjeldahl
462-02 /2012	Fósforo	1,73	% P	Espectrofotometria UV-Visible
462-03 /2012	Potasio	1,45	% K	Emisión atómica
462-04 /2012	Materia orgánica	59,50	%	Walkley Black
462-05 /2012	Humedad	57,02	%	Gravimetría
462-06 /2012	Materia seca	42,98	%	Gravimetría

OBSERVACIONES.- **Resultados en base seca.**



RESPONSABLE DE LABORATORIO  
JORGE CHUNGARA C.

## ANEXO 15. Análisis Químico del Sustrato.



IBTEN

### MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDAD DE ANALISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

## ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : SONIA KATY MAMANI HUALLPA  
PROCEDENCIA : Departamento LA PAZ, Provincia MURILLO,  
EL ALTO - VILLA ADELA.

N° SOLICITUD: 141 / 2010  
FECHA DE RECEPCION : 05 / sept. / 2010  
FECHA DE ENTREGA : 27 / sept. / 2010

N° Factura : 3879 - 10

N° Lab	CODIGO	Materia orgánica %	Nitrógeno total %	Potasio intercambiable meq / 100 g	Fósforo asimilable ppm
623 /2010	MUESTRA DE SUELO	10,96	0,77	2,81	34,29

OBSERVACIONES



RESPONSABLE DE LABORATORIO  
JORGE CHUNGARA

**ANEXO 16.** Temperaturas máximas y mínimas

